

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО  
«Сибирский федеральный университет»  
институт

«Электроэнергетика»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
Г.Н. Чистяков  
подпись инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
код – наименование направления

Электроснабжение административного здания, г. Москва, Ленинградский  
проспект, 80, корпус 66  
тема

Руководитель \_\_\_\_\_  
подпись, дата

доцент, к.т.н.  
должность, ученая степень

Е. В. Платонова  
ициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_  
подпись, дата

И.А. Сунчугашева  
ициалы, фамилия

Нормоконтролер \_\_\_\_\_  
подпись, дата

И.А. Кычакова  
ициалы, фамилия

Абакан 2021

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Хакасский технический институт –  
филиал ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»  
институт

«Электроэнергетика»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_Г.Н. Чистяков  
подпись инициалы, фамилия  
«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
в форме бакалаврской работы**

Студенту Сунчугашевой Инге Алексеевне  
(фамилия, имя, отчество)

Группа ЗХЭн 16-01 (з-16)

Специальность 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код) (наименование)

Тема выпускной квалификационной работы Электроснабжение  
административного здания, г. Москва, Ленинградский проспект, 80, корпус 66

Утверждена приказом по институту № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Руководитель ВКР Платонова Е. В., доцент кафедры «Электроэнергетика»  
(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для дипломного ВКР поэтажные планы административного здания с расположением электрооборудования, ведомость электропотребителей.

Перечень разделов дипломного проекта:

Введение

1 Теоретическая часть

1.1 Особенности электроснабжения административных зданий

1.2 Требования нормативных документов при проектировании схем электроснабжения административных зданий

2 Аналитическая часть

2.1 Общая характеристика административного здания

2.2 Потребители электроэнергии административного здания

3 Практическая часть

3.1 Светотехнический расчет системы освещения

3.2 Электротехнический расчет системы освещения

3.3 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок силовых пунктов

3.4 Распределение несимметричной электрической нагрузки по фазам

3.5 Расчет нагрузки главного распределительного устройства объекта

3.6 Выбор коммутационных аппаратов

3.7 Выбор кабельно-проводниковой продукции

3.8 Выбор прочих электрических устройств

3.9 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования

3.9.1 Расчет токов трехфазного короткого замыкания

3.9.2 Проверка защитных аппаратов сети на отключающую способность

Заключение

Список использованных источников

Перечень обязательных листов графической части

1 План административного здания с разводкой светильниковой сети

2 План административного здания с разводкой силовой сети

3 Схема электрическая принципиальная

Руководитель ВКР

/ Е. В. Платонова

(подпись, инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению

/ И.А. Сунчугашева

(подпись, инициалы и фамилия студента)

25 февраля 2021 г.

## **РЕФЕРАТ**

Выпускная квалификационная работа по теме «Электроснабжение административного здания, г. Москва, Ленинградский проспект, 80, корпус 66» содержит 66 страниц текстового документа, 28 использованных источников, 4 листа графического материала, одно приложение.

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ, ОСВЕЩЕНИЕ, СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ, ПРОВЕРКА ОБОРУДОВАНИЯ, ТОК КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ, ПОТЕРИ НАПРЯЖЕНИЯ.**

Объект проектирования - административное здание по адресу: г. Москва, Ленинградский проспект, 80, корпус 66.

Основной целью разработки схемы электроснабжения является обеспечение электроэнергией надлежащего качества. Основная задача – разработать схему электроснабжения таким образом, чтобы она соответствовала современным требованиям безопасности, надежности и экономичности.

Актуальность темы заключается в том, что проектирование и реконструкция объектов с применением высоких классов энергосберегающего оборудования позволит снизить потребление электроэнергии и создаст комфорт для сотрудников.

В процессе проектирования были рассчитаны электрические нагрузки для каждого уровня электроснабжения, после чего была спроектирована схема электроснабжения административного здания, г. Москва, Ленинградский проспект, 80, корпус 66. Для схемы электроснабжения были выбраны удовлетворяющие всем техническим требованиям сечения кабелей и аппараты защиты. Проверка оборудования по токам короткого замыкания показала правильность выбора аппаратов защиты. В результате проектирования разработана система электроснабжения административного здания, г. Москва, Ленинградский проспект, 80, корпус 66, соответствующая указаниям современных нормативных документов.

Практическая значимость исследований обусловлена тем, что предложенные проектные решения в рамках проектирования системы электроснабжения данного административного здания могут быть использованы при проектировании и реконструкции подобных общественных зданий.

## **THE ABSTRACT**

The graduation qualification work on the topic "Power supply of the administrative building, Moscow, Leningradsky Prospekt, 80, building 66" contains 66 pages of a text document, 28 sources used, 3 sheets of graphic material, one appendix.

**ELECTRICAL LOADS, LIGHTING, LIGHT ENGINEERING CALCULATION, ELECTRICAL CALCULATION, EQUIPMENT SELECTION, EQUIPMENT CHECK, SHORT-CIRCUIT CURRENT, VOLTAGE LOSS.**

Design object - administrative building at the address: Moscow, Leningradsky Prospekt, 80, building 66.

The main purpose of developing a power supply scheme is to ensure that the electricity is of proper quality. The main task is to develop a power supply scheme in such a way that it meets modern requirements of safety, reliability and economy.

The relevance of the topic is that the design and reconstruction of facilities using high classes of energy-saving equipment will reduce electricity consumption and create comfort for employees.

During the design process, electrical loads were calculated for each level of power supply, after which the power supply scheme of the administrative building, Moscow, Leningradsky Prospekt, 80, building 66, was designed. Cable sections and protection devices satisfying all technical requirements were selected for the power supply diagram. Checking the equipment against short-circuit currents showed the correct selection of protection devices. As a result of the design, the power supply system of the administrative building was developed, Moscow, Leningradsky Prospekt, 80, building 66, which meets all modern requirements.

The practical significance of the research is due to the fact that the proposed design solutions as part of the design of the power supply system of this administrative building can be used in the design and reconstruction of such public buildings.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1 Теоретическая часть.....	9
1.1 Особенности электроснабжения административных зданий .....	9
1.2 Требования нормативных документов при проектировании схем электроснабжения административных зданий.....	12
2 Аналитическая часть.....	16
2.1 Общая характеристика административного здания .....	16
2.2 Потребители электроэнергии административного здания .....	18
3 Практическая часть .....	21
3.1 Светотехнический расчет системы освещения .....	21
3.2 Электротехнический расчет системы освещения.....	30
3.3 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок силовых пунктов .....	33
3.3.1 Расчет нагрузки ВРУ .....	33
3.3.2 Расчет электрических нагрузок и пусковых токов первого уровня электроснабжения .....	34
3.3.3 Расчет электрических нагрузок второго уровня электроснабжения ....	37
3.4 Расчет нагрузки главного распределительного устройства объекта .....	42
3.4.1 Выбор кабельной линии от трансформаторной подстанции и вводного автомата .....	42
3.4.2 Выбор ВРУ и вводного автомата.....	42
3.5 Выбор кабельно-проводниковой продукции .....	44
3.6 Выбор коммутационных аппаратов .....	46
3.7 Выбор прочих электрических устройств.....	51
3.8 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования.....	52
3.8.1 Расчет токов трехфазного короткого замыкания.....	52
3.8.2 Проверка защитных аппаратов сети на отключающую способность...55	55
Заключение .....	58
Список использованных источников .....	59
Приложение А .....	62

## **ВВЕДЕНИЕ**

Проектирование систем электроснабжения для общественных зданий, в том числе административных и крупных нежилых помещений начинается с разработки перечня электроприемников, отражается их необходимая мощность, уровень нагрузок и генплан.

Во время второго этапа проектирования систем электроснабжения рассчитывается мощность, определяется тип кабелей и схема их прокладки, расположение оборудования и узлов для подачи напряжения. На этом же этапе происходит подбор защитно-коммутационного оборудования.

Электроснабжение административных зданий напрямую зависит от вида оказываемых услуг или выполняемых работ. Все зависит от количества работающего персонала и категория надежности электроснабжения такого потребителя может быть вторая или третья.

Особенность электроснабжения административных зданий заключается не только в разветвленности внутренних электросетей, но так же, в мощностях потребления электроэнергии различными установками. Вентиляционные установки, вспомогательные приборы и системы, в состав которых входят различные электрические двигатели, могут потреблять намного больше электроэнергии, чем осветительные приборы, что требует более серьезной схемы электроснабжения объекта с учетом заземления электрических приборов.

Один из важных факторов, который влияет на работоспособность персонала административных зданий – это освещение. При создании комфортной обстановки для сотрудников предприятий и организаций освещение является очень важной составляющей, которая может как увеличивать продажи, так и уменьшать их. Современный уровень освещенности в конференц-залах административных зданий согласно сводам правил составляет величину до 300-400 люкс при общем освещении.

Объект проектирования – административное здание г. Москва, Ленинградский проспект, 80, корпус 66.

Предмет исследования – методы расчета силовых и осветительных электрических нагрузок в системах электроснабжения общественных зданий.

Актуальность темы заключается в том, что проектирование и реконструкция объектов с применением высоких классов энергосберегающего оборудования позволит снизить потребление электроэнергии и создаст комфорт для сотрудников.

Научная новизна работы заключается в обосновании и расчёте осветительных и электрических нагрузок и выбор на их основании самого современного электрооборудования.

Практическая значимость исследований обусловлена тем, что предложенные проектные решения в рамках проектирования системы электроснабжения данного административного здания могут быть использованы при проектировании и реконструкции подобных общественных зданий.

Цель бакалаврской работы – спроектировать схему электроснабжения, соответствующую основным положениям энергетической стратегии России на период до 2030 года, одобренным правительством Российской Федерации в 2009 году (распоряжение Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. N 1715-р).

Основными задачами бакалаврской работы являются:

- 1) расчет электрических нагрузок групп электрических приемников;
- 2) расчет электрического освещения;
- 3) разработка наиболее оптимальной схемы питания силовых электрических приемников административного здания;
- 4) выбор сетевых электрических устройств, аппаратов защиты и проводников;
- 5) расчет токов короткого замыкания и проверка элементов электрической сети.

# **1 Теоретическая часть**

## **1.1 Особенности электроснабжения административных зданий**

Административные здания, управления, проектно-конструкторские бюро и другие подобные здания должны, как правило, питаться от разных трансформаторов двухтрансформаторных подстанций, которые питаются от разных секций РУ, 10(6) кВ, согласно наиболее распространенной категории надежности таких зданий – II.

В свою очередь, РУ 10(6) кВ должны питаться двумя кабельными линиями и иметь аварийное включение резерва. Питание от однотрансформаторной подстанции следует рассматривать как практически возможное, но все же нежелательное, ибо в этом случае для питания ответственных потребителей, имеющих 2-ю категорию степени надежности электроснабжения, в аварийном режиме прокладываются кабельные перемычки между шинами распределительных устройств низкого напряжения. При этом перемычки между трансформаторами должны быть рассчитаны так, чтобы потеря напряжения до наиболее удаленных электроприемников не превышала допустимой для нормального режима работы.

Питание освещения осуществляется от общих трансформаторов - для силовых и осветительных потребителей.

Следует отметить, что должна соблюдаться нормируемая частота изменений напряжения в сети.

Питание эвакуационного и аварийного освещения должно быть не зависимым от питания рабочего освещения. При двух вводах питание осуществляется от разных вводов, при одном вводе - самостоятельными линиями от вводно-распределительного устройства (ВРУ).

Мощность силовых трансформаторов принимается на основании расчета нагрузок. При этом для ориентировочных расчетов электрических нагрузок возможно использование удельных электрических нагрузок,

которые для административных зданий на каждый квадратный метр полезной площади составляют 45 Вт - с учетом кондиционирования воздуха и 36 Вт - без учета.

Места расположения трансформаторных подстанций должны устанавливаться при проектировании конкретного объекта в соответствии с требованиями и с учетом расположения здания на генеральном плане, центра сосредоточения основных электрических нагрузок, архитектурно-планировочных решений и т. д.

Трансформаторные подстанции, как правило, выполняются встроенным в здание или пристроенным к нему, реже - отдельно расположенными. При встраивании трансформаторной подстанции в отдельных случаях используют комплектные трансформаторные подстанции с трансформаторами с воздушным охлаждением и размещают их в подвальных помещениях.

Подстанции с масляными трансформаторами следует располагать на первом или цокольном этаже, но выше уровня планировочной отметки земли.

Силовые трансформаторы должны быть с глухозаземленной нейтралью. Применяемая система трехфазного тока с заземленной нейтралью - 380/220 В (напряжение холостого хода трансформаторов составляет 400/230 В).

В административных зданиях встречается и напряжение 12 и 36 В, используемое в качестве местного, например, в вентиляционных камерах.

Питание аварийного освещения административных зданий от автономных источников (аккумуляторные батареи, дизельная электростанция), как правило, не требуется.

На рисунке 1.1 приведены характерные схемы питания освещения административных зданий. Схема питания от однотрансформаторной подстанции при нагрузках III категории приведена на рисунке "а". Для осветительных нагрузок II категории рекомендуется использование схемы

"б", в которой рабочее и аварийное освещение питаются от разных трансформаторов.

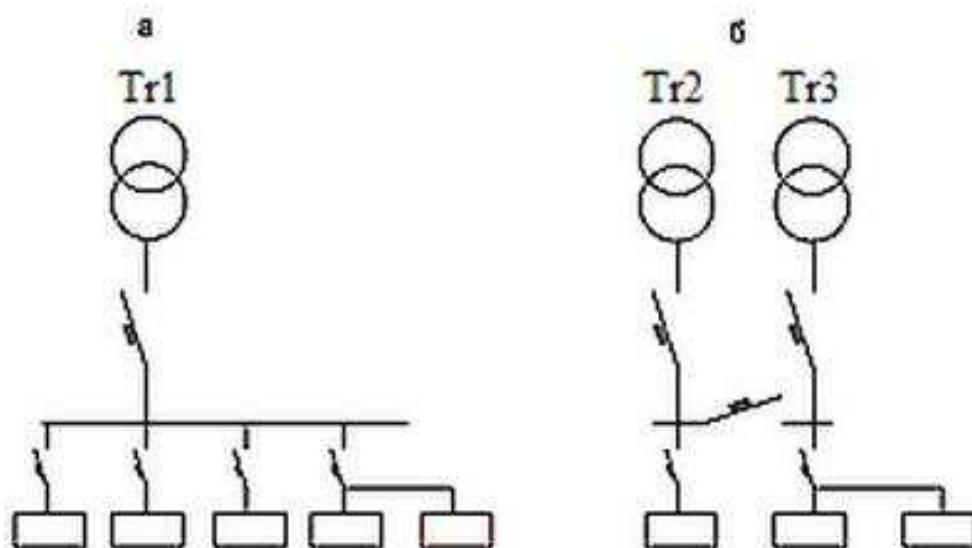


Рисунок 1.1 – Схемы питания административных зданий  
от трансформаторных подстанций

От распределительных щитов трансформаторных подстанций прокладываются питающие сети до групповых осветительных щитков ГРЩ, от которых идут групповые сети.

Главный распределительный щит (ГРЩ) компонуется, как правило, из панелей ЩО-70, состоит из двух секций с АВР между ними. От линейных панелей питаются щитки рабочего освещения, лифты, вентиляция, кондиционирование, пылеудаление, распределительный щит (РЩ) столовой, компонуемый из панелей. От РЩ столовой питаются щиты освещения, силового электрооборудования, лифтов столовой. От двух секций ГРЩ с помощью двух фидеров питается щит противопожарных устройств (через ВРУ и шкаф аварийного переключения), от которого питаются пожарные насосы, охранно-пожарная сигнализация, аварийное освещение. На вводе в ГРЩ на каждом из фидеров предусматривается установка счетчика электроэнергии.

Схема рисунка 1.2 иллюстрирует, где рабочее освещение помещений

№ 3 и 4 питается от щитка аварийного освещения, а аварийное освещение - от щитка рабочего освещения.

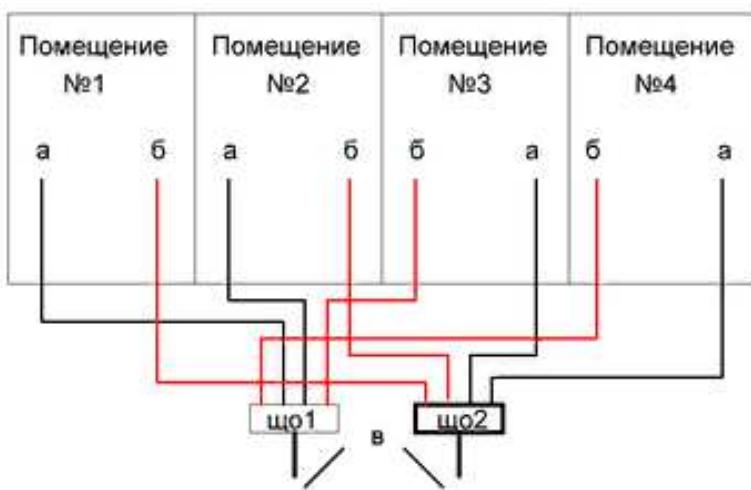


Рисунок 1.2 – Вариант распределительной сети рабочего и аварийного освещения:

1 - аварийное освещение; 2 - рабочее освещение нагрузках; а – вводы;  
б, в – распределительные линии

Следует обратить внимание на рациональность получения равномерных нагрузок щитков освещения - рабочих и аварийных. Это достигается питанием рабочего освещения некоторых помещений от близлежащих щитков освещения.

## 1.2 Требования нормативных документов при проектировании схем электроснабжения административных зданий

Основополагающие требования к проектированию электроосветительных и электросиловых установок общественных зданий прежде всего закреплены в базовом федеральном законодательстве, основу которого составляют федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» [20], федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о

внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [19] и некоторые другие законы и постановления правительства, связанные с техническим регулированием, составом проектной документации, электросетевым хозяйством и пр. На основе этих законов и технических норм разработаны специальные своды правил, государственные стандарты и другие нормативные документы.

Основной современный нормативный документ, регламентирующий особенности построения электрических сетей общественных зданий, в том числе и административных, является СП 256.1325800.2016 [14]. Согласно таблице 6.1 указанного документа категория электроприемников по надежности электроснабжения административного здания зависит от числа работающих сотрудников в здании.

Глава 7.1 ПУЭ [10] регламентирует кроме всего прочего, электроустановки административных зданий, особенности питания и распределения электрической энергии. Требуется, чтобы силовые и осветительные сети имели, как правило, раздельное питание: розеточные сети – от силовых пунктов, светильники – от осветительных щитков. При этом необходимо стремиться к наиболее равномерному распределению однофазных нагрузок по всем трем фазам, учитывая суммарные моменты нагрузок, для компенсации несимметрии.

Следует отметить, что при использовании и проектировании электротехнических устройств административных зданий требуется использование СП 76.13330.2016 [16], регламентирующего монтаж и наладку указанных устройств, в том числе аппаратов защиты, освещения, кабельно-проводниковой продукции и т.д. Для проектирования искусственного освещения административных зданий требуется соблюдение норм, указанных в СП 52.13330.2016 [15], с учетом норм освещённости и разряда зрительных работ для каждого отдельно взятого помещения (разного или аналогичного назначения), а также геометрии помещений (как правило, прямоугольной формы, для зданий коридорного типа, которыми являются

большинство зданий административного назначения). При этом принимаемые проектные решения должны согласовываться также с нормами СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания [17] и ГОСТ Р 55710-2013 [1], регламентирующим освещение рабочих мест, способы измерения освещенности и т.д.

Также при проектировании электрических сетей административных зданий пользуются следующими актуальными документами, такими как ГОСТы, СП, РД, СО (кроме указанных выше), не считая требований нормативных документов в области пожарной безопасности к проектированию зданий и сооружений и документов общего характера, например, РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования [11].

Краткие требования к техническому заданию по содержанию проекта электроснабжения административного здания [2, 28]:

- изучение представленных планов с инженерными сетями участка и поэтажных планов объекта для принятия технических решений;
- проектирование наружно и внутреннего электроснабжения объекта;
- выбор и обоснование категории надежности электроснабжения объекта;
- выбор мест установки вновь проектируемого электрооборудования в соответствии с переданной заказчиком технической документации по иным инженерным системам (вентиляция и кондиционирование, водоснабжение и водоотведение, телефонизация, пожарно-охранная сигнализация, связь, ТВ, интернет, и т.д.);
- выполнение необходимых расчетов и чертежей на основании и в соответствии с переданными заказчиком исходными данными (поэтажными планами, ситуационными планами, архитектурными и дизайнерскими решениями;
- расчеты токов короткого замыкания;
- расчет и выбор питающих линий, аппаратов защиты;

- расчет электрических нагрузок;
- согласование проекта с заинтересованными организациями – при необходимости в соответствии с действующим законодательством;
- требования к применяемым материалам и оборудованию;
- проектируемые материалы и оборудование должны соответствовать условиям эксплуатации и электробезопасности, кабельно-проводниковая продукция и электроустановочные изделия выбираются в соответствии с техническим заданием;
- выбор системы молниезащиты объекта;
- сроки ввода объекта в эксплуатацию;
- ответственные за выполнение указанных пунктов исполнители;
- стыковки по срокам с исполнителями других разделов проекта и стыковки размещения оборудования по другим разделам проекта;
- привязка типовых проектов;
- сводный план наружных инженерных сетей в определенном масштабе для нанесения вновь проектируемых инженерных сетей и зданий.

Если говорить по сути, то от каждого проекта системы электроснабжения требуется соответствие актуальным архитектурным и градостроительным требованиям, требованиям законодательства в области пожаробезопасности, соображениям энергоэффективности. Такой современный проект должен отвечать не только формальным требованиям различных правил и нормативов [13, 21].

## **2 Аналитическая часть**

### **2.1 Общая характеристика административного здания**

Назначение здания – общественно-социальное, предназначенное для работы сотрудников в офисах различных организаций и компаний. Геометрические размеры в плане 60x27 метров.

Здание 2-этажное без чердака и без подвала. Износ основных конструкций 1-5 этажей здания оценивается величиной около 10%.

Тип фундамента – бетонный, свайный. Стены и их наружная отделка – кирпичная кладка. Перегородки железобетонные и гипсокартонные, оштукатурены. Перекрытия междуэтажные – с деревянным утеплением по металлическим балкам. Лестничные клетки железобетонные. Кровля – железо по деревянным стропилам. Полы двух типов – бетон и линолеум. Оконные проемы двухстворчатые, окрашенные. Дверные – филенчатые окрашенные. Внутренняя отделка – это штукатурка, обои, кафельная плитка. Крыльца – бетонные, в том числе центральное крыльцо.

Количество находящихся людей в здании: в дневное время 170 чел., в ночное время 2 чел.

Благоустройство здания: централизованное горячее водоснабжение осуществляется от ТЭЦ, общая отапливаемая площадь составляет 1460 м<sup>2</sup>, а ГВС функционирует на площади в 1460 м<sup>2</sup>.

Вентиляция помещений естественная, кондиционирование не предусмотрено.

В таблице 2.1 дана экспликация помещений административного здания. В основном это кабинеты и вспомогательные помещения. Здание имеет типичную планировку коридорного типа. Планы этажей административного здания с указанной нумерацией представлены в графической части.

Таблица 2.1 – Экспликация помещений административного здания

№ п/п	Наименование помещения	Длина, м	Ширина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Нормированная освещённость, лк
1	2	3	4	5	6
1	Кабинет	7	6	42	400
2	Кабинет	6	6	36	400
3	Тамбур	3	1,5	4,5	75
4	Санузел	3	1,5	4,5	50
5	Санузел	6	3	18	50
6	Л/к	6	3	18	75
7	Холл	9	6	54	100
8	Коридор	9	2	18	75
9	Кабинет	9	6	54	400
10	Кабинет	9	5	45	400
11	Кабинет	4	3	12	400
12	Кабинет	9	6	54	400
13	Кабинет	9	6	54	400
14	Кабинет	9	5	45	400
15	Кабинет	4	3	12	400
16	Кабинет	8	6	48	400
17	Кабинет	8	6	48	400
18	Коридор	48	2	96	75
19	Кабинет	5	5	25	400
20	Кабинет	7	6	42	400
21	Санузел	3,5	2	7	50
22	Кабинет	6	6	36	400
23	Кабинет	6	4	24	400
24	Кабинет	7	6	42	400
25	Кабинет	7	6	42	400
26	Кабинет	6	3	18	400
27	Кабинет	6	3	18	400
28	Кабинет	6	3	18	400
29	Кабинет	6	3	18	400
30	Кабинет	7	6	42	400
31	Кабинет	7	6	42	400
32	Кабинет	6	3	18	400
33	Кабинет	6	3	18	400
34	Л/к	6	3	18	75
35	Л/к	6	3	18	75
36	Холл	9	6	54	100
37	Санузел	3	1,5	4,5	50
38	Санузел	6	3	18	50
39	Коридор	9	2	18	75
40	Комната отдыха	7	6	42	100
41	Подсобное помещение	6	2	12	50
42	Кабинет	9	6	54	400
43	Комната связи	6	4	24	400
44	Диспетчерская	6	6	36	300
45	Кабинет	4	3	12	400
46	Кабинет	4	3	12	400
47	Кабинет	7	6	42	400
48	Кабинет	6	6	36	400
49	Щитовая	6	2	12	200

## 2.2 Потребители электроэнергии административного здания

Силовые и осветительные электроприемники административного здания относятся к потребителям III категории. В здании имеются только розеточные группы, к которым подключается преимущественно только одна оргтехника (компьютеры, принтеры, факсы, бытовые электроприборы). Мощности, которые заложены в эти розетки (по выделенным группам) указаны в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Ведомость электрических нагрузок силовых электроприемников (компьютеры, принтеры, факсы, бытовые электроприборы – в розеточных группах)

№	Наименование потребителя	Маркировка группы по плану	Суммарная установленная мощность потребителей выделенной группы, кВт	Количество потребителей (розеток), шт.	U <sub>ном</sub> , В	cosφ
1	2	3	4	5	6	7
ВТОРОЙ ЭТАЖ						
1	Компьютерные розетки	T1-1	2,0	4	220	0,9
2	Компьютерные розетки	T1-2	2,0	4	220	0,9
3	Компьютерные розетки	T1-3	2,0	4	220	0,9
4	Компьютерные розетки	T1-4	2,0	4	220	0,9
5	Компьютерные розетки	T1-5	2,0	4	220	0,9
6	Компьютерные розетки	T1-6	2,0	4	220	0,9
7	Компьютерные розетки	T1-7	2,0	4	220	0,9
8	Компьютерные розетки	T1-8	2,0	4	220	0,9
9	Компьютерные розетки	T1-9	2,0	4	220	0,9
10	Принтеры, факсы	T1-10	1,8	6	220	0,9
11	Бытовые розетки	T1-11	1,8	6	220	0,9
12	Бытовые розетки	T1-12	1,8	6	220	0,9
13	Бытовые розетки	T1-13	1,8	6	220	0,9
14	Бытовые розетки	T1-14	1,8	6	220	0,9
15	Бытовые розетки	T1-15	1,8	6	220	0,9
16	Электрополотенце	T1-16	2,0	2	220	0,9
17	Уборочные розетки	T1-17	3,0	3	220	0,9

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7
ПЕРВЫЙ ЭТАЖ						
18	Компьютерные розетки	T2-1	2,0	4	220	0,9
19	Компьютерные розетки	T2-2	2,0	4	220	0,9
20	Компьютерные розетки	T2-3	2,0	4	220	0,9
21	Компьютерные розетки	T2-4	2,0	4	220	0,9
22	Компьютерные розетки	T2-5	2,0	4	220	0,9
23	Компьютерные розетки	T2-6	2,0	4	220	0,9
24	Компьютерные розетки	T2-7	2,5	5	220	0,9
25	Компьютерные розетки	T2-8	2,0	4	220	0,9
26	Компьютерные розетки	T2-9	2,0	4	220	0,9
27	Компьютерные розетки	T2-10	2,0	4	220	0,9
28	Компьютерные розетки	T2-11	2,5	5	220	0,9
29	Компьютерные розетки	T2-12	2,5	5	220	0,9
30	Компьютерные розетки	T2-13	2,0	4	220	0,9
31	Компьютерные розетки	T2-14	2,5	5	220	0,9
32	Компьютерные розетки	T2-15	2,0	4	220	0,9
33	Компьютерные розетки	T2-16	2,5	5	220	0,9
34	Принтеры, факсы	T2-17	2,7	9	220	0,9
35	Бытовые розетки	T2-18	2,4	8	220	0,9
36	Бытовые розетки	T2-19	2,4	8	220	0,9
37	Бытовые розетки	T2-20	2,4	8	220	0,9
38	Бытовые розетки	T2-21	2,4	8	220	0,9
39	Бытовые розетки	T2-22	2,4	8	220	0,9
40	Бытовые розетки	T2-23	2,4	8	220	0,9
41	Электрополотенце	T2-24	2,0	2	220	0,9
42	Уборочные розетки	T2-25	2,0	2	220	0,9
43	Уборочные розетки	T2-26	2,0	2	220	0,9
44	Принтеры, факсы	T2-27	1,8	6	220	0,9
45	Компьютерные розетки	T3-1	2,0	4	220	0,9
46	Компьютерные розетки	T3-2	1,5	3	220	0,9
47	Компьютерные розетки	T3-3	1,5	3	220	0,9
48	Компьютерные розетки	T3-4	2,0	4	220	0,9
49	Компьютерные розетки	T3-5	2,0	4	220	0,9

## Окончание таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7
50	Компьютерные розетки	T3-6	2,0	4	220	0,9
51	Компьютерные розетки	T3-7	2,0	4	220	0,9
52	Компьютерные розетки	T3-8	2,0	4	220	0,9
53	Компьютерные розетки	T3-9	1,5	3	220	0,9
54	Компьютерные розетки	T3-10	2,0	4	220	0,9
55	Компьютерные розетки	T3-11	2,5	5	220	0,9
56	Компьютерные розетки	T3-12	1,5	3	220	0,9
57	Компьютерные розетки	T3-13	2,0	4	220	0,9
58	Компьютерные розетки	T3-14	2,0	4	220	0,9
59	Принтеры, факсы	T3-15	1,5	5	220	0,9
60	Бытовые розетки	T3-16	2,4	8	220	0,9
61	Бытовые розетки	T3-17	2,4	8	220	0,9
62	Бытовые розетки	T3-18	2,4	8	220	0,9
63	Бытовые розетки	T3-19	2,4	8	220	0,9
64	Бытовые розетки	T3-20	2,4	8	220	0,9
65	Бытовые розетки	T3-21	2,4	8	220	0,9
66	Бытовые розетки	T3-22	2,4	8	220	0,9
67	Бытовые розетки	T3-23	2,4	8	220	0,9
68	Принтеры, факсы	T3-24	1,5	5	220	0,9
69	Уборочные розетки	T3-25	3,0	3	220	0,9

Все розетки распределяются по кабинетам и другим помещениям равномерно, исходя из нужд стандартных офисов административного здания.

### **3 Практическая часть**

#### **3.1 Светотехнический расчет системы освещения**

Светотехнический расчет системы освещения административного здания произведем методом коэффициента использования светового потока [3, 6, 23].

Ввиду отсутствия помещений, к которым применяются особые требования по освещению, эвакуационное освещение выполняется с использованием светильников на аккумуляторных батареях. Рекомендации по проектированию систем освещения взяты из СП 256.1325800.2016 [14] и СП 52.13330.2016 [15], с учетом ГОСТ Р 55710-2013 [1].

Произведем светотехнический расчет системы рабочего освещения, который сведем в таблицу 3.1.

В расчете для помещения различного назначения используются типы светильников, показанные на рисунках 3.1-3.4. В графической части приняты следующие условные обозначения:

C1 - светильник потолочный, встраиваемый со светодиодными лампами 4x18 Вт, IP20 – тип светильник светодиодный ДВО Classic LED T8/R-418-23ДВО-4x18 под LED-лампу T8 IP20 (рисунок 3.1);

C2 - светильник потолочный, со светодиодными лампами 4x18 Вт, IP20 – тип светильник светодиодный PPL 595/U Opal (рисунок 3.2);

C3 - светильник накладной универсальный люминесцентный, типа КСЕНОН, 2x36 Вт, IP44 (рисунок 3.3);

C4 - светильник потолочный, встраиваемый (точечный) Legion-LED 10445 1x4 Вт, IP20 (рисунок 3.4).



Рисунок 3.1 – Светильник светодиодный ДВО Classic LED T8/R-418-23ДВО-4x18 под LED-лампу T8, квадратный, 2880 лм



Рисунок 3.2 – Светильник светодиодный PPL 595/U Opal, квадратный, 3200 лм



Рисунок 3.3 – Светильник накладной универсальный люминесцентный, типа КСЕНОН, 2x36 Вт, 2720 лм



Рисунок 3.4 – Светильник потолочный, встраиваемый (точечный) Legion-LED 10445 1x4 Вт, круглый, 390 лм

Таблица 3.1 – Расчет количества светильников в помещениях административного здания

Номер по плану	Наименование помещений	Размеры, м			$h_p$ , м	$h_c$ , м	$h$ , м	Тип светильника	$\lambda_e$	Критическая сила света	$L_A$ , м	n	$l_A$ , м	$L_B$ , м	m	$l_B$ , м	N	$L_A/L_B \leq 1,5$	i	$\eta$	$E_h$ , лк	$K_3$ АИ	z	$\Phi_p$ , лм	Число ламп в светильнике	Световой поток одной лампы $\Phi_d$ , лм	Тип лампы	Световой поток светильника $\Phi_{СВ}$ , лм	Отклонение $\Delta\Phi - 10...+20\%$	Мощность одной лампы, Вт	Мощность светильника, Вт
		A	B	H																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	Кабинет	7	6	3,5	0,8	0,05	2,65	Ксенон	1	Д	1,325	4	1,513	2,65	4	0,975	16	0,5	1,2	0,46	400	1,5	1,1	3766	4	T8-LED	800	3200	-7,5	18	72
2	Кабинет	6	6	3,5	0,8	0,05	2,65	Ксенон	1	Д	1,325	5	0,35	2,65	4	0,975	20	0,5	1,1	0,42	400	1,5	1,1	2829	4	T8-LED	800	3200	13,1	18	72
3	Тамбур	3	1,5	3,5	0,8	0,05	2,65	Legion-LED 10445	1	Д	1,325	2	0,838	2,65	1	1,325	2	0,5	0,4	0,53	75	1,5	1,15	549	1	LED 10445	390	390	-2,9	9	9
4	Санузел	3	1,5	3,5	0,8	0,05	2,65	Legion-LED 10445	1	Д	1,325	2	0,838	2,65	1	1,325	2	0,5	0,4	0,49	50	1,5	1,15	396	1	LED 10445	390	390	-1,5	4	4
5	Санузел	6	3	3,5	0,8	0,05	2,65	Legion-LED 10445	1	Д	1,325	4	1,013	2,65	2	0,175	8	0,5	0,8	0,43	50	1,5	1,15	451	1	LED 10445	390	390	-9,5	4	4
6	Л/к	6	3	3,5	0,8	0,05	2,65	ДВО Classic LED	1	Д	1,325	2	2,338	2,65	1	1,325	2	0,5	0,8	0,43	75	1,5	1,1	2590	2	T4-LED	1360	2720	5	36	72
7	Холл	9	6	3,5	0,8	0,05	2,65	ДВО Classic LED	1	Д	1,325	4	2,513	2,65	2	1,675	8	0,5	1,4	0,53	100	1,5	1,1	2101	2	T4-LED	1360	2720	19,5	36	72
8	Коридор	9	2	3,5	0,8	0,05	2,65	Ксенон	1	Д	1,325	2	3,838	2,65	1	1,325	2	0,5	0,632	75	1,5	1,1	3480	4	T8-LED	800	3200	-8	18	72	
9	Кабинет	9	6	3,5	0,8	0,05	2,65	Ксенон	1	Д	1,325	6	1,188	2,65	3	0,35	18	0,5	1,4	0,53	400	1,5	1,1	3736	4	T8-LED	800	3200	-14,3	18	72
10	Кабинет	9	5	3,5	0,8	0,05	2,65	Ксенон	1	Д	1,325	4	2,513	2,65	3	0,15	2	0,5	1,2	0,62	400	1,5	1,1	3992	4	T8-LED	800	3200	-19,8	18	72
11	Кабинет	4	3	3,5	0,8	0,05	2,65	Ксенон	1	Д	1,325	2	1,338	2,65	2	0,175	4	0,5	0,6	0,54	400	1,5	1,1	3667	4	T8-LED	800	3200	-12,7	18	72
12	Кабинет	9	6	3,5	0,8	0,05	2,65	Ксенон	1	Д	1,325	6	1,188	2,65	3	0,35	8	0,5	1,4	0,62	400	1,5	1,1	3194	4	T8-LED	800	3200	0,2	18	72
13	Кабинет	9	6	3,5	0,8	0,05	2,65	Ксенон	1	Д	1,325	6	1,188	2,65	3	0,35	8	0,5	1,4	0,53	400	1,5	1,1	3736	4	T8-LED	800	3200	-14,3	18	72
14	Кабинет	9	5	3,5	0,8	0,05	2,65	Ксенон	1	Д	1,325	6	1,188	2,65	2	1,175	2	0,5	1,2	0,68	400	1,5	1,1	3640	4	T8-LED	800	3200	-12,1	18	72
15	Кабинет	4	3	3,5	0,8	0,05	2,65	Ксенон	1	Д	1,325	2	1,338	2,65	2	0,175	4	0,5	0,6	0,7	400	1,5	1,1	2829	4	T8-LED	800	3200	13,1	18	72
16	Кабинет	8	6	3,5	0,8	0,05	2,65	Ксенон	1	Д	1,325	4	2,013	2,65	4	0,975	6	0,5	1,3	0,63	400	1,5	1,1	3143	4	T8-LED	800	3200	1,8	18	72
17	Кабинет	8	6	3,5	0,8	0,05	2,65	Ксенон	1	Д	1,325	4	2,013	2,65	4	0,975	6	0,5	1,3	0,67	400	1,5	1,1	2955	4	T8-LED	800	3200	8,3	18	72

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	1 0	11	12	1 3	14	15	1 6	17	1 8	19	2 0	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
19	Кабинет	5	5	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Ксенон	1	Д	1,3 25	3	1,1 75	2, 65	2	1,1 75	6	0,5	0, 9	0, 74	40 0	1,5	1, 1	37 16	4	T8- LED	800	3200	-9,3	18	72
20	Кабинет	7	6	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Ксенон	1	Д	1,3 25	4	1,5 13	2, 65	3	0,3 5	1 2	0,5	1, 2	0, 76	40 0	1,5	1, 1	30 39	4	T8- LED	800	3200	5,3	18	72
18	Коридор	4 8	2	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Ксенон	1	Д	1,3 25	2 0	11, 41	2, 65	1	1,3 25	2 0	0,5	0, 7	0, 24	75	1,5	1, 1	24 75	4	T8- LED	800	3200	19,3	18	72
21	Санузел	3, 5	2	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Legion- LED 10445	1	Д	1,3 25	3	0,4 25	2, 65	1	1,3 25	3	0,5	0, 5	0, 6	50	1,5	1, 15	33 5	1	LED 10445	390	390	16,4	4	4
22	Кабинет	6	6	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Ксенон	1	Д	1,3 25	4	1,0 13	2, 65	3	0,3 5	1 2	0,5	1, 1	0, 72	40 0	1,5	1, 1	27 50	4	T8- LED	800	3200	16,4	18	72
23	Кабинет	6	4	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Ксенон	1	Д	1,3 25	4	1,0 13	2, 65	2	0,6 75	8	0,5	0, 9	0, 79	40 0	1,5	1, 1	25 06	4	T8- LED	800	3200	17,7	18	72
24	Кабинет	7	6	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Ксенон	1	Д	1,3 25	4	1,5 13	2, 65	3	0,3 5	1 2	0,5	1, 2	0, 76	40 0	1,5	1, 1	30 39	4	T8- LED	800	3200	5,3	18	72
25	Кабинет	7	6	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Ксенон	1	Д	1,3 25	4	1,5 13	2, 65	3	0,3 5	1 2	0,5	1, 2	0, 76	40 0	1,5	1, 1	30 39	4	T8- LED	800	3200	5,3	18	72
26	Кабинет	6	3	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Ксенон	1	Д	1,3 25	3	1,6 75	2, 65	2	0,1 75	6	0,5	0, 8	0, 73	40 0	1,5	1, 1	27 12	4	T8- LED	800	3200	18	18	72
27	Кабинет	6	3	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Ксенон	1	Д	1,3 25	3	1,6 75	2, 65	2	0,1 75	6	0,5	0, 8	0, 73	40 0	1,5	1, 1	27 12	4	T8- LED	800	3200	18	18	72
28	Кабинет	6	3	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Ксенон	1	Д	1,3 25	3	1,6 75	2, 65	2	0,1 75	6	0,5	0, 8	0, 73	40 0	1,5	1, 1	27 12	4	T8- LED	800	3200	18	18	72
29	Кабинет	6	3	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Ксенон	1	Д	1,3 25	3	1,6 75	2, 65	2	0,1 75	6	0,5	0, 8	0, 73	40 0	1,5	1, 1	27 12	4	T8- LED	800	3200	18	18	72
30	Кабинет	7	6	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Ксенон	1	Д	1,3 25	6	0,1 88	2, 65	2	1,6 75	1	0,5	1, 2	0, 76	40 0	1,5	1, 1	30 39	4	T8- LED	800	3200	5,3	18	72
31	Кабинет	7	6	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Ксенон	1	Д	1,3 25	6	0,1 88	2, 65	2	1,6 75	1	0,5	1, 2	0, 76	40 0	1,5	1, 1	30 39	4	T8- LED	800	3200	5,3	18	72
32	Кабинет	6	3	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Ксенон	1	Д	1,3 25	3	1,6 75	2, 65	2	0,1 75	6	0,5	0, 8	0, 73	40 0	1,5	1, 1	27 12	4	T8- LED	800	3200	18	18	72
33	Кабинет	6	3	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Ксенон	1	Д	1,3 25	3	1,6 75	2, 65	2	0,1 75	6	0,5	0, 8	0, 73	40 0	1,5	1, 1	27 12	4	T8- LED	800	3200	18	18	72
34	Л/к	6	3	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Legion- LED 10445	1	Д	1,3 25	2	2,3 38	2, 65	2	0,1 75	4	0,5	0, 8	0, 8	75	1,5	1, 15	42 8	1	LED 10445	390	390	-8,9	4	4
35	Л/к	6	3	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Legion- LED 10445	1	Д	1,3 25	2	2,3 38	2, 65	2	0,1 75	4	0,5	0, 8	0, 43	75	1,5	1, 15	35 4	1	LED 10445	390	390	10,2	4	4
36	Холл	9	6	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Ксенон	1	Д	1,3 25	4	2,5 13	2, 65	2	1,6 75	8	0,5	1, 4	0, 33	10 0	1,5	1, 1	33 75	4	T8- LED	800	3200	-5,2	18	72
37	Санузел	3	1, 5	3, 5	0, 8	0, 05	2, 65	Legion- LED 10445	1	Д	1,3 25	2	0,8 38	2, 65	1	1,3 25	2	0,5	0, 4	0, 52	50	1,5	1, 15	37 3	1	LED 10445	390	390	4,6	4	4



Для определения мощности освещения необходимо рассчитать активную и реактивную нагрузки, а также полную суммарную мощность освещения (таблица 3.2) по следующим формулам.

**Мощность освещения:**

$$S_{ocb} = \sqrt{P_{ocb}^2 + Q_{ocb}^2}, \quad (3.1)$$

где активная мощность:

$$P_{ocb} = N P_{nom} K_c K_{pra}, \quad (3.2)$$

где  $N$  – количество ламп;  $P_{nom}$  – номинальная мощность светильника, кВт;  $K_c$  – коэффициент спроса, для административных зданий принимается 0,8 [3];  $K_{pra}$  – коэффициент пускорегулирующей аппаратуры, для светодиодных ламп  $K_{pra(СЛ)} = 1,3$ ;

реактивная нагрузка осветительной сети:

$$Q_{ocb} = P_{ocb} \operatorname{tg}\phi, \quad (3.3)$$

где коэффициент мощности: для светодиодных ламп  $\cos\phi_{СЛ} = 0,9$ .

Таблица 3.2 – Расчет нагрузки от светильников

Номер по плану	Наименование помещения	N	P <sub>ном</sub> , кВт	K <sub>c</sub>	K <sub>ПРА</sub>	P <sub>OCB</sub> , кВт	cosφ	tgφ	Q <sub>OCB</sub> , кВт	S <sub>OCB</sub> , кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Кабинет	16	0,072	0,8	1,3	1,2	0,9	0,48	0,58	1,33
2	Кабинет	20	0,072	0,8	1,3	1,5	0,9	0,48	0,72	1,66
3	Тамбур	2	0,009	0,8	1,3	0,02	0,9	0,48	0,01	0,02
4	Санузел	2	0,004	0,8	1,3	0,01	0,9	0,48	0	0,01
5	Санузел	8	0,004	0,8	1,3	0,03	0,9	0,48	0,01	0,03
6	Л/к	2	0,072	0,8	1,3	0,15	0,9	0,48	0,07	0,17
7	Холл	8	0,072	0,8	1,3	0,6	0,9	0,48	0,29	0,67
8	Коридор	2	0,072	0,8	1,3	0,15	0,9	0,48	0,07	0,17
9	Кабинет	18	0,072	0,8	1,3	1,35	0,9	0,48	0,65	1,5
10	Кабинет	12	0,072	0,8	1,3	0,9	0,9	0,48	0,43	1
11	Кабинет	4	0,072	0,8	1,3	0,3	0,9	0,48	0,14	0,33
12	Кабинет	18	0,072	0,8	1,3	1,35	0,9	0,48	0,65	1,5

**Окончание таблицы 3.2**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13	Кабинет	18	0,072	0,8	1,3	1,35	0,9	0,48	0,65	1,5
14	Кабинет	12	0,072	0,8	1,3	0,9	0,9	0,48	0,43	1
15	Кабинет	4	0,072	0,8	1,3	0,3	0,9	0,48	0,14	0,33
16	Кабинет	16	0,072	0,8	1,3	1,2	0,9	0,48	0,58	1,33
17	Кабинет	16	0,072	0,8	1,3	1,2	0,9	0,48	0,58	1,33
18	Коридор	20	0,072	0,8	1,3	1,5	0,9	0,48	0,72	1,66
19	Кабинет	6	0,072	0,8	1,3	0,45	0,9	0,48	0,22	0,5
20	Кабинет	12	0,072	0,8	1,3	0,9	0,9	0,48	0,43	1
21	Санузел	3	0,004	0,8	1,3	0,01	0,9	0,48	0	0,01
22	Кабинет	12	0,072	0,8	1,3	0,9	0,9	0,48	0,43	1
23	Кабинет	8	0,072	0,8	1,3	0,6	0,9	0,48	0,29	0,67
24	Кабинет	12	0,072	0,8	1,3	0,9	0,9	0,48	0,43	1
25	Кабинет	12	0,072	0,8	1,3	0,9	0,9	0,48	0,43	1
26	Кабинет	6	0,072	0,8	1,3	0,45	0,9	0,48	0,22	0,5
27	Кабинет	6	0,072	0,8	1,3	0,45	0,9	0,48	0,22	0,5
28	Кабинет	6	0,072	0,8	1,3	0,45	0,9	0,48	0,22	0,5
29	Кабинет	6	0,072	0,8	1,3	0,45	0,9	0,48	0,22	0,5
30	Кабинет	12	0,072	0,8	1,3	0,9	0,9	0,48	0,43	1
31	Кабинет	12	0,072	0,8	1,3	0,9	0,9	0,48	0,43	1
32	Кабинет	6	0,072	0,8	1,3	0,45	0,9	0,48	0,22	0,5
33	Кабинет	6	0,072	0,8	1,3	0,45	0,9	0,48	0,22	0,5
34	Л/к	4	0,004	0,8	1,3	0,02	0,9	0,48	0,01	0,02
35	Л/к	4	0,004	0,8	1,3	0,02	0,9	0,48	0,01	0,02
36	Холл	8	0,072	0,8	1,3	0,6	0,9	0,48	0,29	0,67
37	Санузел	2	0,004	0,8	1,3	0,01	0,9	0,48	0	0,01
38	Санузел	8	0,004	0,8	1,3	0,03	0,9	0,48	0,01	0,03
39	Коридор	5	0,072	0,8	1,3	0,37	0,9	0,48	0,18	0,41
40	Комната отдыха	18	0,072	0,8	1,3	1,35	0,9	0,48	0,65	1,5
41	Подсобное помещение	1	0,072	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
42	Кабинет	21	0,072	0,8	1,3	1,57	0,9	0,48	0,75	1,74
43	Комната связи	6	0,072	0,8	1,3	0,45	0,9	0,48	0,22	0,5
44	Диспетчерская	10	0,072	0,8	1,3	0,75	0,9	0,48	0,36	0,83
45	Кабинет	4	0,072	0,8	1,3	0,3	0,9	0,48	0,14	0,33
46	Кабинет	4	0,072	0,8	1,3	0,3	0,9	0,48	0,14	0,33
47	Кабинет	15	0,072	0,8	1,3	1,12	0,9	0,48	0,54	1,24
48	Кабинет	16	0,072	0,8	1,3	1,2	0,9	0,48	0,58	1,33
49	Щитовая	3	0,072	0,8	1,3	0,22	0,9	0,48	0,11	0,25
	ИТОГО					31,55			15,15	35,01

Планы осветительных сетей 1-го и 2-го этажей административного здания представлены на рисунке 3.5. Светильники аварийного (эвакуационного освещения) принимаются из того же числа выбранных светильников, места их включения показаны на планах.

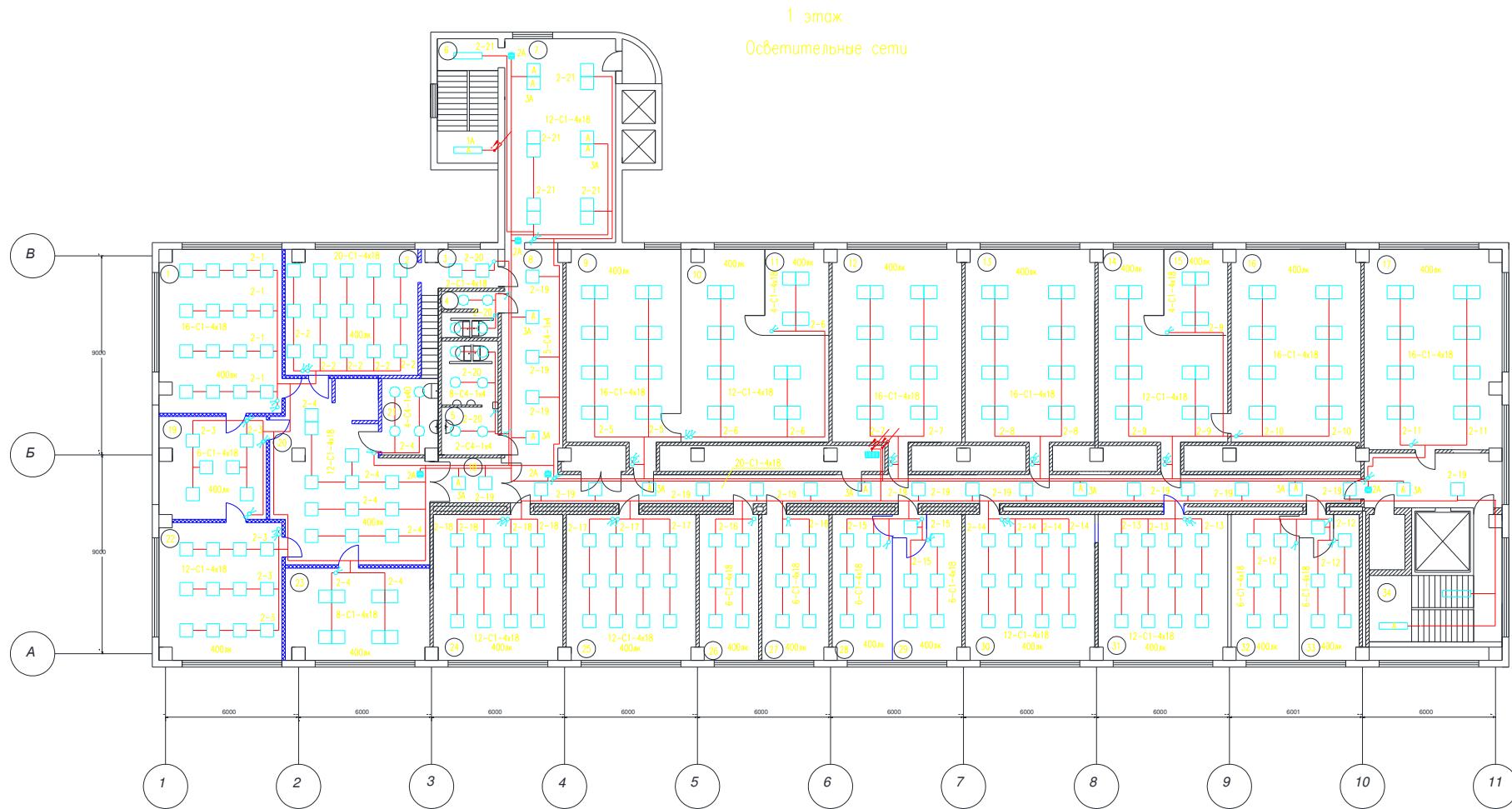


Рисунок 3.5 – Электроосвещение 1-го этажа административного здания

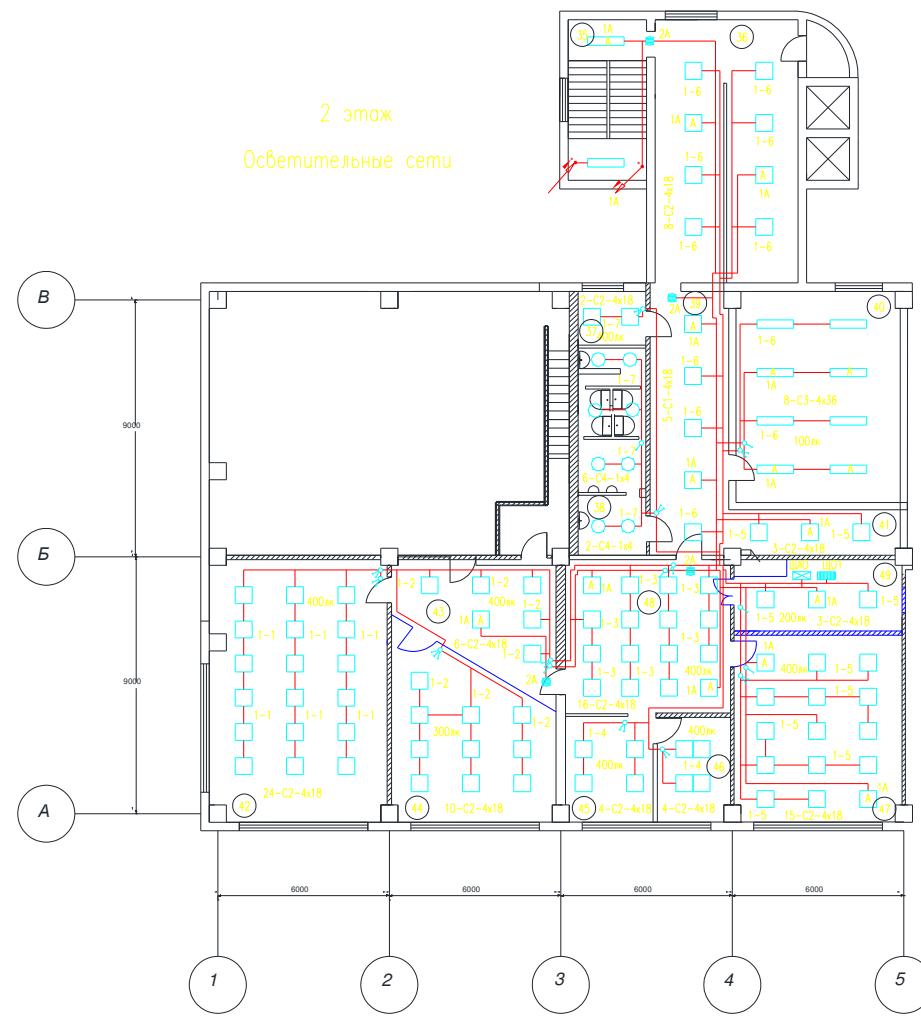


Рисунок 3.6 – Электроосвещение 2-го этажа административного здания

### 3.2 Электротехнический расчет системы освещения

Распределение светильников по фазам по длине групповой линии выполняется для снижения потерь мощности и напряжения в проводе, снижения ущерба при исчезновении напряжения в одной из фаз. В связи с этим светильники в каждой линии распределяем по фазам, чередуя их в группе, т.е. согласно последовательности А-В-С-С-В-А-В-А-С... и т.д., повторяя цикл.

Момент осветительной нагрузки определяют по выражению:

$$M = \sum P_i \cdot l_i , \quad (3.4)$$

Потери напряжения в кабеле:

$$\Delta U = \frac{M_{\max}}{K_c \cdot s}, \quad (3.5)$$

где  $K_c = 72$  – для сети 380/220 В при медных проводниках [23], для трехфазной системы сети с нулем.

Для прокладки электрических сетей освещения принимаем медные кабели марки ВВГнг-LS трехжильные с негорючей оболочкой, практически не поддерживающей горение.

Максимальный расчетный ток в трехфазной сети, А:

$$I_{p_o} = \frac{P_{p_o}}{\sqrt{3} \cdot U_{\lambda} \cdot \cos \phi}, \quad (3.6)$$

где  $P_{p_o}$  – расчетная нагрузка;

$U_{\lambda}$  – напряжение на лампах, В;

$\cos \phi$  – коэффициент мощности ламп.

Если взять самую протяженную линию коридора 1-го этажа, где сосредоточено 20 светильников (см. таблицу 3.1) в одну световую линию, то максимальный расчетный ток данного присоединения составит по формуле (3.6):

$$I_{p\ o} = \frac{20 * 4 * 18}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0.9} = 4,2 A.$$

Принимаем кабель типа ВВГнг-LS 3x1,5 с сечением основной жилы  $s = 1,5 \text{ мм}^2$  и допустимым током 18 А для групповой сети и на вводе в ЩО-1 кабель типа ВВГнг LS 5x2,5 с сечением основной жилы  $s = 2,5 \text{ мм}^2$  и допустимым током 25 А (максимальный ток на вводе в ЩО-1 при количестве групп 6 составит не более  $0,8 * 4,2 * 6 = 20,16$  А. Аналогично для ЩО-2 количестве групп составит не более  $0,8 * 12 * 4,2 = 40,32$  А. На вводе в ЩО-2 принимается кабель типа ВВГнг LS 5x10 с сечением основной жилы  $s = 10 \text{ мм}^2$  и допустимым током 50 А.

Момент нагрузки для самой длинной линии коридора первого этажа в 48 м:

$$M = 48 \cdot 1,44 = 69,12 \text{ кВт}\cdot\text{м.}$$

Потери напряжения в кабеле, питающем самую нагруженную группу ЩО-6:

$$\Delta U_1 = \frac{69,12}{72 \cdot 2,5} = 0,384\%.$$

Проверим потери напряжения в кабеле, питающем самый удаленный ЩО-2, которые составят

$$M_P = P_{\text{Л}} \cdot N_{\text{Л.Р.}} \cdot \left( l_1 + \frac{l_2}{2} \right), \quad (3.7)$$

где  $N_{\text{Л.Р.}}$  - число светильников в одном ряду;

$P_{\text{Л}}$  - мощность одного светильника;

$L_1$  - длина участка линии от осветительного щитка до первого светильника;  $L_2$  - длина участка линии от осветительного щитка до последнего светильника.

Определяем максимальный момент нагрузки для одной фазы:

$$M_{\max} = 1,44 \cdot 20 \cdot \left( 12 + \frac{48}{2} \right) = 103,68 \text{ кВм} * \text{м.}$$

Потери напряжения в кабеле, питающем самый нагруженный ЩО-6:

$$\Delta U_2 = \frac{103,68}{72 \cdot 2,5} = 0,576\%.$$

Проверим суммарные потери напряжения в кабеле:

$$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 = 0,384 + 0,576 = 0,96 \% < 5\%.$$

Условие выполняется.

Электропроводка освещения выполняется кабелем марки ВВГнг-LS скрыто в коридорах за подвесными потолками по лоткам, открыто – в помещениях за подвесными потолками в негорючих ПВХ трубах.

### **3.3 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок силовых пунктов**

#### **3.3.1 Расчет нагрузки ВРУ**

Суммарная мощность административного здания:

$$P_{\text{здания}} = K \cdot (P_{\text{роз.}} + P_{\text{осв.}} + P_{\text{охл.}} + P_{\text{тепл.}} + P_{\text{проч.}} + P_{\text{сил.пр.обор.}}) \text{ кВт}, \quad (3.8)$$

где  $K$  - коэффициент разновременности максимума;

$P_{\text{роз.}}$  - мощности розеточной группы;

$P_{\text{осв.}}$  - мощность осветительной нагрузки ;

$P_{\text{охл.}}$  - мощность систем охлаждения;

$P_{\text{тепл.}}$  - мощность тепловой нагрузки;

$P_{\text{проч.}}$  - мощность прочей нагрузки.

Расчет осветительной нагрузки из таблицы 2.2:

$$P_{\text{освет.нагр.}} = P_{\text{освет.}} = 31,55 \text{ кВт}, \quad (3.9)$$

где  $P_{\text{освет.}}$  – мощность осветительной нагрузки с учетом коэффициента спроса.

Расчет мощности розеточных групп:

$$P_{\text{роз.гр}} = P_{\text{уд.р}} \cdot n \cdot K_c = 0,5 \cdot (268 + 77) \cdot 0,4 = 69 \text{ кВт}, \quad (3.10)$$

где  $P_{\text{уд.р}}$  – установленная мощность розеток;

$n$  – число розеток (268 – 1 этаж, 77 – 2 этаж).

$K_c = 0,4$  – расчетный коэффициент спроса, [14, табл.7.9].

Определяем электрическую нагрузку административного здания в целом:

$$P_{\text{здания}} = K \cdot (P_{\text{поз.}} + P_{\text{осв.}}) = 0,9 \cdot (69 + 31,55) = 90,495 \text{ кВт.}$$

Таким образом, для выбора вводного кабеля ВРУ здания стала известна расчетная нагрузка.

### **3.3.2 Расчет электрических нагрузок и пусковых токов первого уровня электроснабжения**

Расчетную нагрузку, создаваемую одним приемников электроэнергии принимают равной номинальной мощности приемника. По этой нагрузке выбираем сечение питающей линии и коммутационно защитную аппаратуру.

Расчет первого уровня электроснабжения на примере электроприемников, запитанных от одной линии (компьютерные розетки, маркировка группы по плану Т1-1, суммарная установленная мощность потребителей выделенной группы 2,0 кВт:

Компьютерные розетки Т1-1:  $P=2,0 \text{ кВт}$ ;  $\cos\phi = 0,9$ ;  $U=220 \text{ В}$

Определим полную мощность электропотребителя:

$$S = P / \cos\phi, \text{ кВА} \quad (3.11)$$

$$S = 2,0 / 0,9 = 2,22 \text{ кВА.}$$

Определим расчетный ток электропотребителя:

$$I_p = S / U, \text{ А} \quad (3.12)$$

$$I_p = 2,22 / 220 \cdot 1000 = 10,1 \text{ А}$$

Определим ток пусковой электропотребителя:

$$I_{\text{пуск}} = I_p \cdot K, \text{ А}$$

где  $K$  - кратность пускового тока.

$$I_{\text{пуск}} = 10,1 \cdot 3 = 30,3 \text{ А.}$$

Аналогичные расчеты производим и для остальных электроприемников, полученные результаты расчетов сведем в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Расчет первого уровня электроснабжения

№	Наименование ЭП	P <sub>ном</sub> , кВт	cosφ	tgφ	P <sub>p1</sub> , кВт	Q <sub>p1</sub> , кВар	S <sub>p</sub> , кВА	I <sub>p</sub> , А	I <sub>пуск</sub> , А	Число фаз	U, В
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Компьютерные розетки	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220
2	Компьютерные розетки	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220
3	Компьютерные розетки	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220
4	Компьютерные розетки	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220
5	Компьютерные розетки	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220
6	Компьютерные розетки	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220
7	Компьютерные розетки	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220
8	Компьютерные розетки	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220
9	Компьютерные розетки	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220
10	Принтеры, факсы	1,8	0,9	0,48	1,8	0,86	1,99	9,09	27,27	1	220
11	Бытовые розетки	1,8	0,9	0,48	1,8	0,86	1,99	9,09	27,27	1	220
12	Бытовые розетки	1,8	0,9	0,48	1,8	0,86	1,99	9,09	27,27	1	220
13	Бытовые розетки	1,8	0,9	0,48	1,8	0,86	1,99	9,09	27,27	1	220
14	Бытовые розетки	1,8	0,9	0,48	1,8	0,86	1,99	9,09	27,27	1	220
15	Бытовые розетки	1,8	0,9	0,48	1,8	0,86	1,99	9,09	27,27	1	220
16	Электрополотенце	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220
17	Уборочные розетки	3	0,9	0,48	3	1,44	3,33	15,15	45,45	1	220
18	Компьютерные розетки	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220
19	Компьютерные розетки	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220
20	Компьютерные розетки	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220
21	Компьютерные розетки	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220
22	Компьютерные розетки	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220
23	Компьютерные розетки	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220
24	Компьютерные розетки	2,5	0,9	0,48	2,5	1,2	2,77	12,63	37,89	1	220
25	Компьютерные розетки	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220
26	Компьютерные розетки	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220
27	Компьютерные розетки	2	0,9	0,48	2	0,96	2,22	10,1	30,3	1	220



### **3.3.3 Расчет электрических нагрузок второго уровня электроснабжения**

Планы силовых сетей 1-го и 2-го этажей административного здания представлены соответственно на рисунках 3.7-3.8.

Расчет мощности электроприемников на силовом щите осуществляется по формуле:

$$P_{pac} = K_c \cdot P_{\Sigma ycm.} \cdot B, \quad (3.13)$$

где  $K_c$  определяется по [14, табл.7.9].

Расчет электроснабжения для щита ЩРТ-1 линии Т1-1:

$$P_1=2,0 \text{ кВт}; K_c=0,8; \cos\varphi=0,9; U=220 \text{ В.}$$

Определим суммарную мощность электроприёмников :

$$P_{\text{сумм}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4, \text{Вт} \quad (3.14)$$

$$P_{\text{сумм}} = 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 = 2,0 \text{ кВт}$$

Определим расчетную мощность:

$$P_{pac} = 0,8 \cdot 2 = 1,6 \text{ кВт.}$$

Определим полную расчетную мощность:

$$S_{pac} = P_{pac} / \cos\varphi, \text{kVA} \quad (3.15)$$

$$S_{pac} = 1,6 \cdot 10^3 / 0,9 = 1,78 \text{ кВА}$$





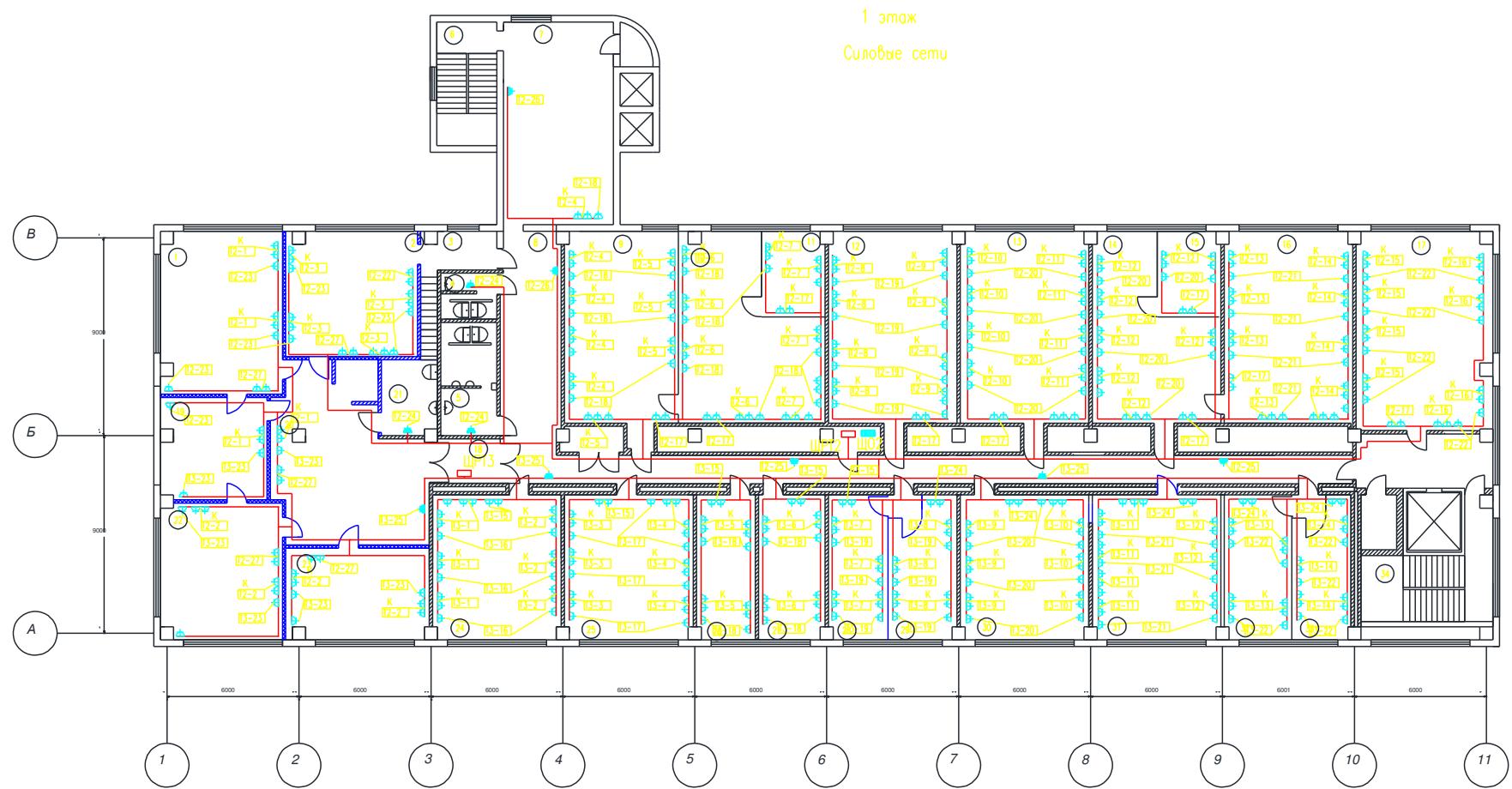


Рисунок 3.7 – План силовых сетей 1-го этажа административного здания

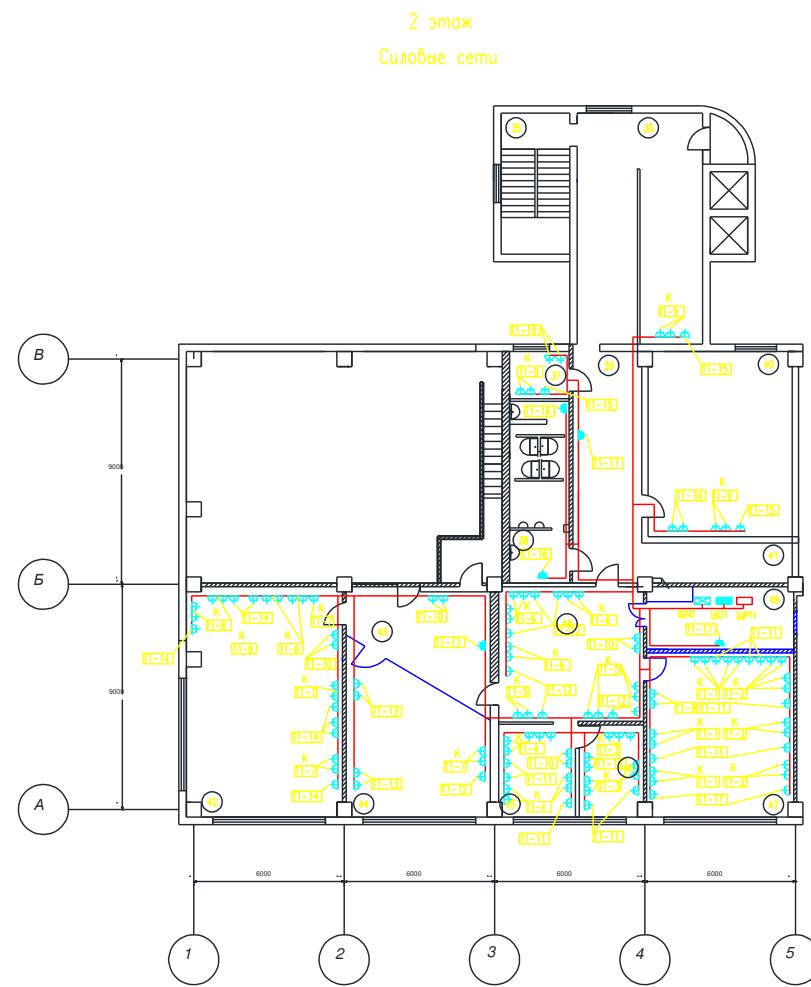


Рисунок 3.8 – План силовых сетей 2-го этажа административного здания

### **3.4 Расчет нагрузки главного распределительного устройства объекта**

#### **3.4.1 Выбор кабельной линии от трансформаторной подстанции и вводного автомата**

Произведем выбор питающих кабельных линий.

Расчетный ток кабеля:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{nom} \cdot n} \text{ A}, \quad (3.17)$$

где  $n$  – число линий;

$S_p$ - полная расчетная электрическая нагрузка , кВт;

$U_{nom}$ - номинальное напряжение линии, кВ.

Для питающей кабельной линии (от ТП) определяем расчетный ток кабеля:

$$I_p = \frac{90,495}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 1} = 137,5 \text{ A.}$$

Выбираем 1 кабель для потребителя III категории для питания здания по расчетному току после аварийного режима типа ВВГнг-LS 5x70 с допустимым током  $I_{don}=185$  А [22,табл.1.3.13].

#### **3.4.2 Выбор ВРУ и вводного автомата**

ВРУ выбирается по числу отходящих линий и номинальному току. Для административного здания выбран в качестве ВРУ Корпус на 36 мод., Legrand 01745 , IP55 и вводной автомат типа DPX3160 на номинальный ток 160 А с термомагнитным расцепителем в литом корпусе, стационарное исполнение.

Ток срабатывания автоматического выключателя должен быть согласован с максимально допустимым длительным током линии при выполнения условия:

$$I_p \leq K_{c.h} \cdot I_{\text{доп}} , \quad (3.18)$$

где  $I_p$  - расчетный ток линии, А;

$I_{\text{доп}}$  - длительно допустимый ток проводника, А;

$K_{c.h}$ - прокладочный коэффициент на условия прокладки кабеля который равен 0,95 [7].

$$137,5 \leq 0,95 \cdot 185 \text{ A};$$

$$137,5 \leq 175,75 \text{ A.}$$

Соответствия выбранному защитному устройству:

$$K_{c.h} \cdot I_{\text{don}} \geq K_{\text{заш.}} \cdot I_3 , \quad (3.19)$$

где  $I_3$  - параметр защитного устройства, А;

$K_{\text{заш.}}$ - коэффициент защиты который [7]

$$0,95 \cdot 185 \geq 1 \cdot 160,$$

$$175,75 \geq 160 \text{ A.}$$

Прокладку кабеля внешнего электроснабжения будем производить в траншее в гофрированной двустенной трубе из ПВД/ПНД пластика. Глубина заложения 0,7 м. Прокладку кабеля внутри объекта выполним в гофрированной трубе.

### 3.5 Выбор кабельно-проводниковой продукции

Сечение провода определяем по условию, аналогично пункту 3.4.1.

Выбор сечений кабельных линий, питающих силовые пункты, сведем в таблицу 3.5.

Таблица 3.5 – Выбор сечений проводов и кабельных линий

№	I <sub>p</sub> , A	Марка кабеля	I <sub>доп</sub> , A	r <sub>уд.кл</sub> , Ом/км	x <sub>уд.кл</sub> , Ом/км
1	2	3	4	5	6
ВРУ	137,5	БВГнгLS 5x70	185	0,443	0,0612
ЩРТ-1	34,4	БВГнгLS 5x10	50	3,1	0,073
ЩРТ-2	45,8	БВГнгLS 5x16	75	1,94	0,0675
ЩРТ-3	52,5	БВГнгLS 5x25	90	1,24	0,0662
ЩО-1	8,85	БВГнгLS 5x2,5	25	7,4	0,116
ЩО-2	30,0	БВГнгLS 5x10	50	3,1	0,073

Выбор сечений кабельной линий, отходящих от щитков до отдельных потребителей, сведем в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Выбор сечений проводов и кабельных линий

Маркировка группы по плану	I <sub>p</sub> , A	Марка кабеля	I <sub>доп</sub> , A	r <sub>уд.кл</sub> , Ом/км	x <sub>уд.кл</sub> , Ом/км
1	2	3	4	5	6
ЩРТ-1					
T1-1	8,09	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
T1-2	8,09	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
T1-3	8,09	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
T1-4	8,09	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
T1-5	8,09	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
T1-6	8,09	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
T1-7	8,09	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
T1-8	8,09	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
T1-9	8,09	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
T1-10	7,27	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
T1-11	7,27	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
T1-12	7,27	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
T1-13	7,27	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
T1-14	7,27	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
T1-15	7,27	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
T1-16	10,09	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
T1-17	13,64	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
ЩРТ-2					



### Окончание таблицы 3.6

1	2	3	4	5	6
ЩО-1					
1-1	5,9	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
1-2	5	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
1-3	4,5	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
1-4	2,6	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
1-5	5,45	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
1-6	4,3	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
1-7	3,3	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
ЩО-2					
2-1	5,45	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-2	6,4	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-3	5,9	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-4	7,3	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-5	5,45	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-6	5,45	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-7	5,45	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-8	5,45	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-9	5,45	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-10	5,45	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-11	5,45	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-12	4,1	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-13	4,1	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-14	4,1	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-15	4,1	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-16	4,1	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-17	4,1	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-18	4,1	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-19	5,9	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-20	3,3	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118
2-21	3,3	ВВГнгLS - 3x1,5	18	11,6	0,118

Электропроводка выполняется кабелем марки ВВГнг-LS скрыто: в коридорах за подвесными потолками по лоткам; открыто: в помещениях в пластмассовых коробах.

Компьютерные и бытовые розетки устанавливаются на высоте 0,9м в пластмассовых коробах.

### 3.6 Выбор коммутационных аппаратов

Выбор автоматических выключателей для защиты отдельных электроприемников производим по следующим условиям [12].

а) по номинальному напряжению

$$U_a \geq U_{\text{ном.сети}}, \quad (3.20)$$

где  $U_a$  - номинальное напряжение автомата, В.

б) по номинальному току (уставка теплового расцепителя):

$$I_{\text{расщ}} \geq 1,25 \cdot I_p, \quad (3.21)$$

$$I_{\text{ном.а}} \geq 1,25 \cdot I_p, \quad (3.22)$$

где  $I_{\text{расщ}}$  - номинальный ток расцепителя автомата, А;

$I_{\text{ном.а}}$  - номинальный ток всего автомата, А.

в) по номинальному току электромагнитного расцепителя:

$$I_{\text{ном.то}} \geq 1,2 \cdot I_{\text{пуск}}, \quad (3.23)$$

где  $I_{\text{ном.то}}$  – номинальный ток срабатывания токовой отсечки, А:

$$I_{\text{ном.то}} = K_o \cdot I_{\text{расщ}}, \quad (3.24)$$

где кратность отсечки  $K_o$  принимается из ряда 3, 5, 7, 10 для автоматов серии DX Legrand.

Выбор вводных автоматов на ЩРТ-1, ЩРТ-2, ЩРТ-3 сведем в таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Выбор вводных автоматов на ЩРТ-1, ЩРТ-2, ЩРТ-3, ЩО-1, ЩО-2

Наименование	Расчетный ток присоединения, А	Расчетный ток для выбора автомата, А	Номинальный ток автомата $I_{ном.а}$ , А	Пиковый ток $I_{пик}$ , А	Расчетный ток отсечки, $1,2 \cdot I_{пик}$ , А	Ко	$I_{ном.то}$ , А	Тип автомата	Отключающая способность, $I_{откл}$ , кА
ЩРТ-1	34,4	43	50	103,2	123,84	3	150	DX 06493 Legrand	10
ЩРТ-2	45,8	57,25	63	137,4	164,88	3	189	DX 06494 Legrand	10
ЩРТ-3	52,5	65,63	80	157,5	189	3	240	DX 06660 Legrand	10
ЩО-1	8,85	11,06	16	26,55	31,86	3	48	DX 03326	5
ЩО-2	30	37,5	50	90	108	3	150	DX 06493 Legrand	10

Выбор автоматов защиты отходящих линий ЩРТ-1, ЩРТ-2, ЩРТ-3, ЩО-1, ЩО-2 сведем в таблицу 3.7. При этом учитываем, что для защиты линий, питающих бытовые и уборочные розетки, рекомендуется применение комбинированных (дифференциальных) автоматов, содержащих в себе УЗО, с уставкой по току утечки 30 мА.

Таблица 3.7 – Выбор автоматов защиты отходящих линий ЩРТ-1, ЩРТ-2, ЩРТ-3, ЩО-1, ЩО-2

Наименование	Расчетный ток присоединения, А	Расчетный ток для выбора автомата, А	Номинальный ток автомата $I_{ном.а}$ , А	Пиковый ток $I_{пик}$ , А	Расчетный ток отсечки, $1,2 \cdot I_{пик}$ , А	Ко	$I_{ном.то}$ , А	Тип автомата	Отключающая способность, $I_{откл}$ , кА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ЩРТ-1									
T1-1	8,09	10,11	16	24,27	29,12	3	48	DX 03270	5
T1-2	8,09	10,11	16	24,27	29,12	3	48	DX 03270	5
T1-3	8,09	10,11	16	24,27	29,12	3	48	DX 03270	5
T1-4	8,09	10,11	16	24,27	29,12	3	48	DX 03270	5
T1-5	8,09	10,11	16	24,27	29,12	3	48	DX 03270	5
T1-6	8,09	10,11	16	24,27	29,12	3	48	DX 03270	5
T1-7	8,09	10,11	16	24,27	29,12	3	48	DX 03270	5
T1-8	8,09	10,11	16	24,27	29,12	3	48	DX 03270	5
T1-9	8,09	10,11	16	24,27	29,12	3	48	DX 03270	5
T1-10	7,27	9,09	16	21,81	26,17	3	48	DX 03270	5
T1-11	7,27	9,09	16	21,81	26,17	3	48	DX 07886	5
T1-12	7,27	9,09	16	21,81	26,17	3	48	DX 07886	5
T1-13	7,27	9,09	16	21,81	26,17	3	48	DX 07886	5



### Окончание таблицы 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T3-17	9,09	11,36	16	27,27	32,72	3	48	DX 07886	5
T3-18	9,09	11,36	16	27,27	32,72	3	48	DX 07886	5
T3-19	9,09	11,36	16	27,27	32,72	3	48	DX 07886	5
T3-20	9,09	11,36	16	27,27	32,72	3	48	DX 07886	5
T3-21	9,09	11,36	16	27,27	32,72	3	48	DX 07886	5
T3-22	9,09	11,36	16	27,27	32,72	3	48	DX 07886	5
T3-23	9,09	11,36	16	27,27	32,72	3	48	DX 07886	5
T3-24	6,05	7,56	16	18,15	21,78	3	48	DX 07886	5
T3-25	13,64	17,05	20	40,92	49,1	3	60	DX 07887	10
ЩО-1									
1-1	5,9	7,38	10	17,7	21,24	3	30	DX 03268	5
1-2	5	6,25	10	15	18	3	30	DX 03268	5
1-3	4,5	5,63	10	13,5	16,2	3	30	DX 03268	5
1-4	2,6	3,25	10	7,8	9,36	3	30	DX 03268	5
1-5	5,45	6,81	10	16,35	19,62	3	30	DX 03268	5
1-6	4,3	5,38	10	12,9	15,48	3	30	DX 03268	5
1-7	3,3	4,13	10	9,9	11,88	3	30	DX 03268	5
ЩО-2									
2-1	5,45	6,81	10	16,35	19,62	3	30	DX 03268	5
2-2	6,4	8	10	19,2	23,04	3	30	DX 03268	5
2-3	5,9	7,38	10	17,7	21,24	3	30	DX 03268	5
2-4	7,3	9,13	10	21,9	26,28	3	30	DX 03268	5
2-5	5,45	6,81	10	16,35	19,62	3	30	DX 03268	5
2-6	5,45	6,81	10	16,35	19,62	3	30	DX 03268	5
2-7	5,45	6,81	10	16,35	19,62	3	30	DX 03268	5
2-8	5,45	6,81	10	16,35	19,62	3	30	DX 03268	5
2-9	5,45	6,81	10	16,35	19,62	3	30	DX 03268	5
2-10	5,45	6,81	10	16,35	19,62	3	30	DX 03268	5
2-11	5,45	6,81	10	16,35	19,62	3	30	DX 03268	5
2-12	4,1	5,13	10	12,3	14,76	3	30	DX 03268	5
2-13	4,1	5,13	10	12,3	14,76	3	30	DX 03268	5
2-14	4,1	5,13	10	12,3	14,76	3	30	DX 03268	5
2-15	4,1	5,13	10	12,3	14,76	3	30	DX 03268	5
2-16	4,1	5,13	10	12,3	14,76	3	30	DX 03268	5
2-17	4,1	5,13	10	12,3	14,76	3	30	DX 03268	5
2-18	4,1	5,13	10	12,3	14,76	3	30	DX 03268	5
2-19	5,9	7,38	10	17,7	21,24	3	30	DX 03268	5
2-20	3,3	4,13	10	9,9	11,88	3	30	DX 03268	5
2-21	3,3	4,13	10	9,9	11,88	3	30	DX 03268	5

Основная защита от прямого прикосновения к токоведущим частям электрооборудования обеспечивается:

- основной изоляцией токоведущих частей;
- применением защитных оболочек для силового и осветительного оборудования.

Защита от косвенного прикосновения в случае повреждения изоляции обеспечивается:

- автоматическим отключением автоматическими выключателями с комбинированными расцепителями, защищающие сети от токов К.З. и токов перегрузок;
- занулением;
- использованием повторного контура заземления, присоединенного к шине РЕ ВРУ;
- двойной изоляцией (кабель ВВГнг-LS).

### 3.7 Выбор прочих электрических устройств

Распределительные пункты выбираем исходя из количества присоединений и рабочего тока самого пункта (таблица 3.10) [15, с. 187]. В качестве этажных распределительных щитов приняты наборные щиты фирмы Legrand.

Таблица 3.10 – Выбор распределительных пунктов и щитков освещения

Наименование	Расчетный ток, А	Тип шкафа (щитка)	Допустимый ток, А	Количество присоединений щитка
ЩРТ-1	34,4	Legrand 01745	50	36
ЩРТ-2	45,8	Legrand 01746	63	36
ЩРТ-3	52,5	Legrand 01746	63	36
ЩО-1	8,85	Legrand 01741	20	12
ЩО-2	30	Legrand 01742	40	24

Щиты устанавливаются на расстоянии 1,5 м от пола.

### 3.8 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования

#### 3.8.1 Расчет токов трехфазного короткого замыкания

Расчет токов КЗ ниже 1000 В, как правило, введется в именованных единицах. Особенностью расчетов КЗ в сетях ниже 1000 В является тот факт, что необходимо учитывать сопротивления дуги и трансформатора тока. На автоматах для этой цели введется дополнительное сопротивления, величина которого зависит от места возникновения КЗ (рисунок 3.9).

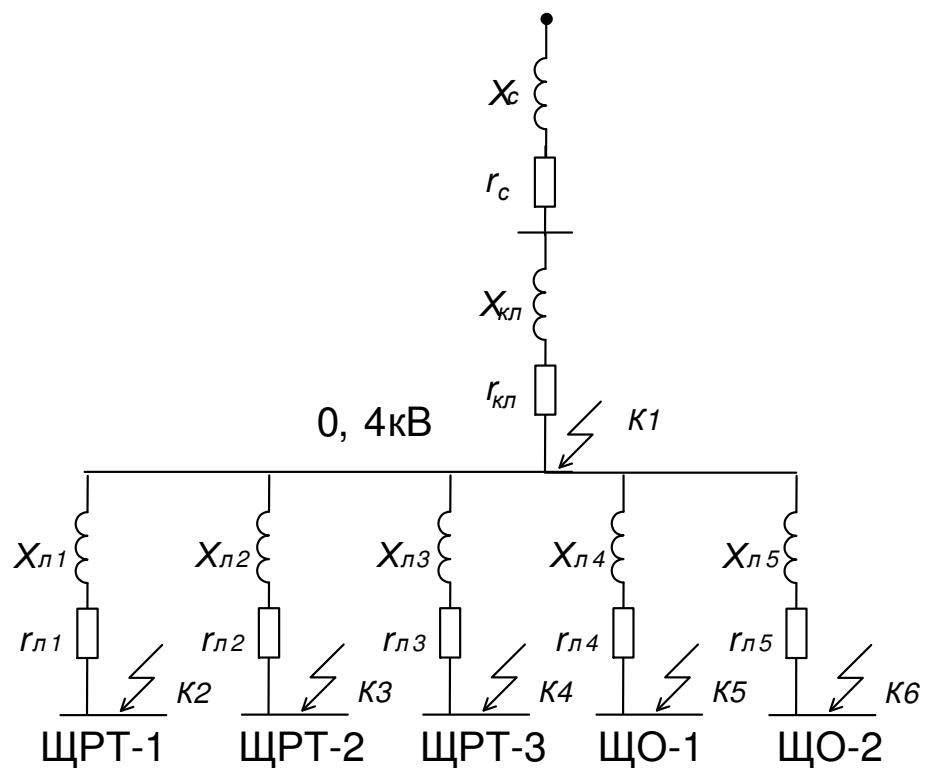


Рисунок 3.9 – Схема замещения тока трехфазного КЗ

Расчет тока трехфазного КЗ для точки К1:

Для кабеля КЛ марки ВВГнг LS 5x70 длиной  $L_{kl}=38\text{м}$ , удельные сопротивления:

$$R_{уд.кл}=0,443 \text{ Ом/км};$$

$$X_{уд.кл}=0,0612 \text{ Ом/км}.$$

$$R_{\text{л}} = R_{\text{уд.кл}} \cdot L_{\text{кл}}, \text{ мОм}, \quad (3.25)$$

$$R_{\text{л}} = 0,443 \cdot 38 = 16,834 \text{ мОм.}$$

$$X_{\text{л}} = X_{\text{уд.кл}} \cdot L_{\text{кл}}, \text{ мОм}, \quad (3.26)$$

$$X_{\text{л}} = 0,0612 \cdot 38 = 2,326 \text{ мОм.}$$

Аналогично для кабеля, питающего ЩРТ-1 марки ВВГнг LS 5x10 длиной  $L_{\text{л1}}=5\text{м}$ :

$$R_{\text{уд.кл}} = 3,1 \text{ Ом/км}$$

$$X_{\text{уд.кл}} = 0,073 \text{ Ом/км}$$

$$R_{\text{л1}} = R_{\text{уд.кл}} \cdot L_{\text{кл}}, \text{ мОм};$$

$$R_{\text{л1}} = 3,1 \cdot 5 = 15,5 \text{ мОм};$$

$$X_{\text{л1}} = X_{\text{уд.кл}} \cdot L_{\text{кл}}, \text{ мОм};$$

$$X_{\text{л1}} = 0,073 \cdot 5 = 0,365 \text{ мОм.}$$

В качестве сопротивления системы в данном случае будут являться сопротивления трансформатора типа ТМ-630/10 [11].

Таким образом, определяем сопротивления трансформатора по формулам [11]:

$$r_{mp} = \frac{\Delta P_{\kappa.3.}}{S_{\text{ном.}mp.}} \cdot \frac{U_{\text{ном.}}^2}{S_{\text{ном.}mp.}} \cdot 10^6; \quad (3.27)$$

$$x_{mp} = \sqrt{\left(\frac{U_{\kappa}}{100}\right)^2 - \left(\frac{\Delta P_{\kappa.3.}}{S_{\text{ном.}mp.}}\right)^2} \frac{U_{\text{ном.}}^2}{S_{\text{ном.}mp.}} \cdot 10^6. \quad (3.28)$$

$$r_{mp} = \frac{5,5}{630} \cdot \frac{0,4^2}{630} \cdot 10^6 = 2,217 \text{ мОм};$$

$$x_{mp} = \sqrt{\left(\frac{5,5}{100}\right)^2 - \left(\frac{7,6}{630}\right)^2} \cdot \frac{0,4^2}{630} \cdot 10^6 = 13,628 \text{ мОм.}$$

$$R_c = r_{tp} = 2,217 \text{ мОм;}$$

$$X_c = x_{tp} = 13,628 \text{ мОм.}$$

Рассчитаем результирующее сопротивление и ток КЗ в точке К1:

$$X_\Sigma = X_l + X_c, \quad (3.29)$$

$$X_\Sigma = 2,326 + 13,628 = 15,954 \text{ мОм.}$$

Для цели учета переходных сопротивлений в расчет вводят добавочное сопротивление, которое на силовых пунктах 20 мОм [11].

$$R_\Sigma = R_{\text{доб}} + R_l + R_c, \quad (3.30)$$

$$R_\Sigma = 20 + 16,834 + 2,217 = 39,051 \text{ мОм.}$$

Ток трехфазного КЗ:

$$I_{K-1} = \frac{U_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_\Sigma^2 + R_\Sigma^2}}, \quad (3.31)$$

$$I_{K-1} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{15,954^2 + 39,051^2}} = 5,48 \text{ кА.}$$

Аналогичные расчеты производим и для остальных точек КЗ, полученные результаты расчетов сведем в таблицу 3.11.

Таблица 3.11 – Трехфазный ток КЗ

Точка КЗ	$R_c$ , мОм	$X_c$ , мОм	$R_l$ , мОм	$X_l$ , мОм	$R_{уд.кл.}$ , мОм/м	$X_{уд.кл.}$ , мОм/м	$L_{кл.}$ , м	$R_{лі.}$ , мОм	$X_{лі.}$ , мОм	$R_{доб.}$ , мОм	$R_{сумм.}$ , мОм	$X_{сум.}$ , мОм	$I_{к.з,ка}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
K2	2,217	13,628	16,834	2,326	3,1	0,073	5	15,500	0,365	20,000	54,551	16,319	4,060
K3	2,217	13,628	16,834	2,326	1,94	0,0675	23	44,620	1,553	20,000	83,671	17,507	2,700
K4	2,217	13,628	16,834	2,326	1,24	0,0662	15	18,600	0,993	20,000	57,651	16,947	3,840
K5	2,217	13,628	16,834	2,326	7,4	0,116	21	155,400	2,436	20,000	194,451	18,390	1,180
K6	2,217	13,628	16,834	2,326	3,1	0,073	24	74,400	1,752	20,000	113,451	17,706	2,010

### 3.8.2 Проверка защитных аппаратов сети на отключающую способность

Проверим выключатели, защищающие кабельные линии напряжением 0,4 кВ. Проверку будем проводить по току КЗ на отключающую способность (таблица 3.12):

$$I_{к.з.} \leq I_{пр.откл.} \quad (3.32)$$

Таблица 3.12 – Проверка автоматических выключателей на отключающую способность

Щит	Точка к.з.	$I_{к.з.}, \text{кА}$	Тип выключателя	Предельная отключающая способность, кА	$I_{к.з.} \leq I_{пр.откл.}$
1	2	3	4	5	6
ВРУ	K1	5,480	DX 06493 Legrand	10	соответствует
ЩРТ-1	K2	4,060	DX 06494 Legrand	10	соответствует
ЩРТ-2	K3	2,700	DX 06660 Legrand	10	соответствует
ЩРТ-3	K4	3,840	DX 03326 Legrand	5	соответствует
ЩО-1	K5	1,180	DX 06493 Legrand	10	соответствует
ЩО-2	K6	2,010	DX 06493 Legrand	10	соответствует

Выбранные автоматические воздушные выключатели соответствуют условию проверки на отключающую способность.

### **3.9 Заземление и молниезащита**

В соответствии с инструкцией по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций СО 153-34.21.122-2003 и РД 34.21.122-87, уровень защиты от прямых ударов молнии принят III для обычных объектов.

В качестве молниеприемника выполнена молниезащитная сетка с шагом ячейки 10x10м. Сетка выполнена из стальной катанки диаметром 10 мм (сечение приблизительно 78,5 мм. кв.).

Молниеприемник соединен сваркой с арматурой несущих железобетонных конструкций здания при помощи закладных. Железобетонные конструкции обеспечены непрерывной электрической связью по арматуре.

Средние расстояния между токоотводами не превышают 20 м.

В качестве вертикальных токоотводов использованы железобетонные сваи (согласно табл.2 РД 34.21.122.87).

Выступающие над крышой металлические элементы (трубы, шахты, вентиляционные устройства) присоединены к молниеприемной сетке, а все неметаллические элементы оборудованы молниеприемниками из металлических штырей, присоединенных к сетке.

Все соединения внешней молниезащитной системы выполнены сваркой.

В подвале здания выполним контур повторного заземления объединенный с контуром молниезащиты.

Все металлические нетоковедущие части электрооборудования подлежат защитному заземлению путем соединения с главной заземляющей РЕ шиной вводного устройства защитных проводников питающих линий, заземляющих проводников, присоединенных к повторному контуру заземления.

На вводе в здание выполняется система уравнивания потенциалов путем соединения с главной РЕ шиной металлических труб коммуникаций, строительных конструкций и систем отопления.

Все контактные соединения в главной и дополнительной системе уравнивания потенциалов должны соответствовать ГОСТ 10343 к контактным соединениям класса 2.

По периметру здания выполняется заземлитель, состоящий горизонтального электрода СТ40х5мм проложенным в земле на глубине 0.5м на расстоянии не менее 1 м от стен. В местах присоединения молниеводителя к заземляющему устройству выполнен вертикальный заземлитель из стали D=18мм длиной 3 м).

Все соединения электродов заземлителей выполняются сваркой. Соединение молниеприемников с токоотводами и токоотводов с заземлителями выполняются сваркой, а при недопустимости огневых работ болтовыми соединениями с переходным сопротивлением не более 0,05 Ом при обязательном контроле перед началом грозового сезона.

Присоединяются заземляющие устройства молниезащиты к повторному заземляющему устройству ВРУ-0,4кВ здания сталью 40х5мм<sup>2</sup>.

Все металлические, выступающие над кровлей части присоединяются к молниеприемнику сталью 8 мм. Повторные заземлители и заземлители молниезащиты объединяются.

Задача стальных проводников молниезащиты и места сварки заземляющих устройств от коррозии выполняется:

- а) в помещении - окрашиванием кузбасслаком;
- б) в земле и вне помещений - битумным лаком.

Расход стали на контур заземления: сталь арматурная круглая СТ018 мм 30м - 10шт, стальная полоса 40х5мм - 250м. Контур заземления выполнен на минимальном расстоянии 1 м от здания.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Результатом бакалаврской работы является система электроснабжения административного здания г. Москва, Ленинградский проспект, 80, корпус 66.

В процессе проектирования были рассчитаны электрические нагрузки для каждого уровня электроснабжения, после чего была спроектирована схема электроснабжения административного здания г. Москва, Ленинградский проспект, 80, корпус 66. Для схемы электроснабжения были выбраны сечения кабелей и аппараты защиты. Проверка оборудования по токам короткого замыкания показала правильность выбора аппаратов защиты. В результате проектирования разработана система электроснабжения административного здания г. Москва, Ленинградский проспект, 80, корпус 66, соответствующая требованиям актуальных нормативных документов.

Практическая ценность предложенного варианта проекта обусловлена тем, что предложенные проектные решения в рамках проектирования системы электроснабжения данного административного здания могут быть использованы при проектировании и реконструкции подобных общественных зданий.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений.
2. Зачем нужен проект электроснабжения? [Электронный ресурс] : URL: <https://obion.ru/blog/zachem-nuzhen-proekt-elektronsnabzheniya/> (дата обращения: 05.05.2020).
3. Козловская, В. Б. Электрическое освещение : справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – Минск : Техноперспектива, 2007. – 253 с.
4. Конюхова, Е.А. Электроснабжение объектов: Учебное пособие для среднего профессионального образования / Е.А. Конюхова. - М.: ИЦ Академия, 2013. – 320 с.
5. Коробов, Г.В. Электроснабжение. Курсовое проектирование: Учебное пособие / Г.В. Коробов, В.В. Карташев, Н.А. Черемисинова. - СПб.: Лань, 2011. - 192 с.
6. Кудрин, Б.И. Электроснабжение: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Б.И. Кудрин. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 352 с.
7. Мукаев, А. И. Управление энергосбережением и повышение энергетической эффективности в организациях и учреждениях бюджетной сферы : Практическое пособие / А.И. Мукаев – Фаменское: ИПК ТЭК, 2011. – 212 с.
8. НТП ЭПП-94. Нормы технологического проектирования. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий. М.: АООТ ОТК ЗВНИ ПКИ Тяжпромэлектропроект, 1994 (1-я редакция). – 78 с.
9. Пособие к «Указаниям по расчету электрических нагрузок». - М.: Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский институт Тяжпромэлектропроект, 1993 (2-я редакция). – 86 с.
10. Правила устройства электроустановок. - 7-е издание. - СПб.:

Издательство ДЕАН, 2013. – 701 с.

11. РД 153-34.0-20.527-98 Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования; дата введ. 23.03.1998. – М.: Издательство МЭИ, 2013. – 131 с.

12. РТМ 36.18.32.4-92. Указания по расчету электрических нагрузок; дата введ. 01.01.1993. – М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2007. – 27 с.

13. Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение: Учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - М.: РадиоСофт, 2013. – 328 с.

14. СП 256.1325800.2016 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий; дата введ. 01.01.2004. – М. : ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2011. – 65 с.

15. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*; дата введ. 08.05.2017. – М. : НИИСФ РААСН, 2016. – 116 с.

16. СП 76.13330.2016 Электротехнические устройства.  
Актуализированная редакция СНиП 3.05.06-85.

17. СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания.  
Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 (с Поправкой, с Изменениями N 1, 2)

18. Справочник электрика / Под ред. Э. А. Киреевой и С. А. Цырука. – М. : Колос, 2007. – 464 с.

19. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» // Собрание законодательства РФ. 30.11.2009. № 48. Ст. 5711.

20. Федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» // Собрание законодательства РФ. 31.03.2003. № 13. Ст. 1177.

21. Филатов, И.В. Электроснабжение осветительных установок: учебное пособие / И. В. Филатов, Е. В. Гурнина. Издательство московского государственного открытого университета. – М. 2009. – 321 с.

22. Хромченко, Г. Е. Проектирование кабельных сетей и проводок / Г.

Е. Хромченко, П.И. Анастасиев, Е.З. Бранзбург, А.В. Коляда. - М.: Энергия, 2010. – 397 с.

23. Шеховцов, В. П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010. – 214 с.

24. Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 12-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2012. – 966 с.

25. Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 11-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2014. – 704 с.

26. Электротехнический справочник: в 3-х т. Т. 2. Электротехнические устройства/Под. общ. ред. Проф. МЭИ В. Г. Герасимова, П. Г. Грудинского, Л. А. Жукова и др. – 8-е изд., испр. и доп. – М.: Энергоиздат, 2011. – 658 с.: ил.

27. Электротехнический справочник: в 4 т. Т. 2. Электротехнические устройства и изделия / Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. – 10-е изд. – М.: Издательство МЭИ, 2012. – 988 с.

28. Этапы и стоимость проекта электроснабжения коммерческих объектов [Электронный ресурс] : URL: <https://www.kp.ru/guide/proektirovaniye/elektrosnabzhenija.html> (дата обращения: 05.05.2020).

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Спецификация оборудования, используемого в проекте системы электроснабжения административного здания

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка оборудования, обозначение документа, опросного листа	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество
1	2	3	4	5	6
	Силовое электрооборудование				
ВРУ	Щит распределительный состоящий из: - корпус щита кат. N01745 на 2x18 модулей, настенный IP55; шт.1 - кронштейн для крепления на стену 01769 шт.2 - уплотнительные винты 01768 шт.2 - автоматический выключатель на 250А, 3ф шт.1 - - автоматический выключатель на 80А, 3ф шт.1 - автоматический выключатель на 63А, 3ф шт.2 - автоматический выключатель на 50А, 3ф шт.2 - - автоматический выключатель на 32А, 3ф шт.1 - автоматический выключатель на 16А, 3ф шт.1	DX06660 DX03329	DPX250 DX06494 DX03326	DX06493  «LEGRAND »	K-T 1
ЩРТ1	Щит технологический состоящий из: - корпус щита кат. N01745 на 2x18 модуля, настенный IP55; шт.1 - кронштейн для крепления на стену 01769 шт.2 - уплотнительные винты 01768 шт.2 - выключатель- разъединитель 3Р, 400В,100А шт.1 - автоматический выключатель на 16А, 1ф шт.11 - дифференциальный автомат 2Р, 16А, 30mA шт.6 - дифференциальный автомат 2Р, 20А, 30mA шт.1	04354 DX07887	DX03270 DX07886	«LEGRAND »	K-T 1

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
ЩРТ2	<p>Щит технологический состоящий из:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- корпус щита кат. N01746 на 3x18 модуля, настенный IP55; шт.1</li> <li>- кронштейн для крепления на стену 01769 шт.2 -</li> <li>уплотнительные винты 01768 шт.2</li> <li>- выключатель- разъединитель 3Р, 400В,100А шт.1</li> <li>- автоматический выключатель на 16А, 1ф шт.15 -</li> <li>автоматический выключатель на 20А, 1ф шт.2 -</li> <li>дифференциальный автомат 2Р, 16А, 30mA шт.5 -</li> <li>дифференциальный автомат 2Р, 20А, 30mA шт.7</li> </ul>	04354 DX03270 DX03271 DX07886 DX07887	«LEGRAND»	K-T	1
ЩРТ3	<p>Щит технологический состоящий из:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- корпус щита кат. N01746 на 3x18 модуля, настенный IP55; шт.1</li> <li>- кронштейн для крепления на стену 01769 шт.2 -</li> <li>уплотнительные винты 01768 шт.2</li> <li>- выключатель- разъединитель 3Р, 400В,100А шт.1</li> <li>- автоматический выключатель на 16А, 1ф шт.14 -</li> <li>автоматический выключатель на 20А, 1ф шт.1</li> <li>дифференциальный автомат 2Р, 16А, 30mA шт.3</li> <li>дифференциальный автомат 2Р, 20А, 30mA шт.9</li> </ul>	04354 DX03270 DX03271 DX07886 DX07887	«LEGRAND»	K-T	1
ЩАП	Щит автоматического переключения на резерв, 220В, 40А	ЩАП-33/40А	«Электромонтаж»	ШТ	1
	Розетка штепсельная 16А, 250В, 2Р , IP44, для скрытой проводки		Торговая сеть	ШТ	14
	Розетка штепсельная 16А, 250В, 2Р+E, IP20, для скрытой проводки в коробах	74196 2x2K+3	LEGRAND	ШТ	220
	Розетка штепсельная 16А, 250В, 2Р+E, IP20, для скрытой проводки в коробах	74197 1x2K+3	LEGRAND	ШТ	170
	Кабель силовой	BВГнг-LS-5x35 ТУ16-К71-310-01		KM	0,080
	Кабель силовой	BВГнг-LS-5x25 ТУ16-К71-310-01		KM	0,030

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
	Кабель силовой	БВГнг-LS-5x16 ТУ16-К71-310-01		KM	0,030
	Кабель силовой	БВГнг-LS-5x10 ТУ16-К71-310-01		KM	0,080
	Кабель силовой	БВГнг-LS-5x6 ТУ16-К71-310-01		KM	0,030
	Кабель силовой	БВГнг-LS-5x4 ТУ16-К71-310-01		KM	0,100
	Кабель силовой	БВГнг-LS-5x2,5 ТУ16-К71-310-01		KM	0,060
	Кабель силовой	БВГнг-LS-3x2,5 ТУ16-К71-310-01		KM	4,500
	Лоток монтажный, длина 3000мм, 200x55	348014	LEGRAND	ШТ	96
	Уголок, длина 2000мм, Н=50 мм	K237ХЛ1 ТУ36-1434-82	ОАО Новосибирский з-д «Эл. конструкция»	ШТ	50
	Труба пластмассовая гибкая ПВХ диаметром 20мм негорючая	IBOCO DKC	«Электромонтаж»	M	30
	Труба пластмассовая гибкая ПВХ диаметром 32мм негорючая	IBOCO DKC	«Электромонтаж»	M	80
	Кабель–канал 50x105 DLP	10429	LEGRAND	ШТ	300
	Перегородка разделительная	10582	LEGRAND	ШТ	300
	Угол внутренний изменяемый	10605	LEGRAND	ШТ	30
	Угол наружный изменяемый	10619	LEGRAND	ШТ	30
	Угол плоский изменяемый	10786	LEGRAND	ШТ	55
	Заглушки	10700	LEGRAND	ШТ	55
	Суппорты защелкиваемые на 2 модуля для крышки 60мм	10921	LEGRAND	ШТ	220
	Коробка изолирующая	30417	LEGRAND	ШТ	520
	Зажим для крепления кабеля	30888	LEGRAND	ШТ	600
	Электроосвещение				

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
ЩАО	Щит освещения состоящий из: - корпус щита кат. N01738 на 8+1 модуля, настенный IP55; шт.1 - кронштейн для крепления на стену 01769 шт.2 - уплотнительные винты 01768 шт.2 - выключатель-разъединитель на 20А, 400В, шт.1 - автоматический выключатель на 10А, 1ф шт4	04342 DX03268	«LEGRAND »	K-T	1
ЩО1	Щит освещения состоящий из: - корпус щита кат. N01741 на 12+1 модуля, настенный IP55; шт.1 - кронштейн для крепления на стену 01769 шт.2 - уплотнительные винты 01768 шт.2 - выключатель-разъединитель на 20А, 400В, шт.1 - автоматический выключатель на 16А, 1ф шт.8	04342 DX03268	«LEGRAND »	K-T	1
ЩО2	Щит технологический состоящий из: - корпус щита кат. N01742 на 24+2 модуля, настенный IP55; шт.1 - кронштейн для крепления на стену 01769 шт.2 - уплотнительные винты 01768 шт.2 - выключатель-разъединитель на 63А, 400В, шт.1 - автоматический выключатель на 10А, 1ф шт.22	04350 DX03269	«LEGRAND »	K-T	1
	Светильник светодиодный, IP20, встраиваемый	Типа ARS/R 4x18	Световые технологии	ШТ	304
	Светильник светодиодный, IP65, потолочный	LZ236-2x36	Световые технологии	ШТ	8
	Светильник светодиодный, IP20, потолочный	Типа ARS/R 4x18	Световые технологии	ШТ	
	Светильник встраиваемый с зеркальной лампой 1x4Вт, 220В, IP20	P-50	Световые технологии	ШТ	14
	Светильник, указатель «Выход», IP20	61524	«LEGRAND »	ШТ	9
	Кабель силовой	ВВГнг-LS-3х1,5 ТУ16-К71-310-01		КМ	2,750

Окончание таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
	Лампа	ЛБ-36 ТУ16-675.059-84	Электроламповый завод г. Смоленск	ШТ	16
	Лампа	ЛБ-18 ТУ16-675.059-84	Электроламповый завод г. Смоленск	ШТ	1216
	Лампа светодиодная зеркальная 4 Вт	4BtR63E27	PHILIPS	ШТ	14
	Стартер	СК 220(80С-220-3)	«Электромонтаж»	ШТ	1216
	Труба пластмассовая гибкая ПВХ диаметром 20мм негорючая	IBOCO DKC	«Электромонтаж»	М	500
	Выключатель одноклавишный для скрытой проводки 10А, 250В, IP20		«LEGRAND »	ШТ	25
	Выключатель двухклавишный для скрытой проводки 10А, 250В, IP20		«LEGRAND »	ШТ	57
	Коробка ответвительная		«Электромонтаж»	ШТ	260
	Колодка клеммная, на ток 10А, из трех клемм для сечения провода 2,5 мм <sup>2</sup>	СОВ2.5-103-3	«Электромонтаж»	ШТ	260

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО**  
**«Сибирский федеральный университет»**  
институт

**«Электроэнергетика»**  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
 Г.Н. Чистяков  
подпись инициалы, фамилия  
«24 » 06 2021 г.

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
код – наименование направления

Электроснабжение административного здания, г. Москва, Ленинградский  
проспект, 80, корпус 66  
тема

Руководитель Е.В. Платонова  
подпись, дата

Е. В. Платонова  
ициалы, фамилия

Выпускник И. А. Сунчугашева  
подпись, дата

И. А. Сунчугашева  
ициалы, фамилия

Нормоконтролер И.А. Кычакова  
подпись, дата

И.А. Кычакова  
ициалы, фамилия

Абакан 2021